المملكة العربية السعودية
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

# الإنسان وتلوث البيئة

د. محمد صابر

١٤٢١هـ ـ ٢٠٠٠م

بسم الله الرحمن الرحيم

# مقدمــة

لم يكن للإنسـان في فجر حياته تأثير يذكر على البيئة، فقد كانت أعداد البشر محدودة للغاية، وكان الإنسان يعتمد في غذائه على ثمار وأوراق النباتات ولحوم الحيوانات، ويعتمد في كسائه ومأواه على ما يتوفر في البيئة من أخشاب الأشجار والكهوف، وعلى ما تناله يداه من جلود الحيوانات الميتة٠

واستطاع الإنسان بقدراته العقلية، التي استودعها الله، سبحانه وتعالى، فيه أن يبتكر من التقنيات ما يساعده على كشف الكثير من أسرار الكون المحيط به٠ وبمرور الزمن تعاظم تأثير الإنسان على البيئة، حين عرف الصيد والقنص واستأنس الحيوانات، وحين اكتشف الزراعة، التي استكمل بها سلطانه على البيئة، ونجح بواسطتها في تبديل الكساء النباتي والحيواني الطبيعي بكساء صناعي يلبي متطلباته ويشبع رغباته ويحقق طموحاته في بيئة صناعية تهيئ له الرفاهية٠

وعلى مر الزمن أرست الحضارات البشرية القديمة في الصين والهند ومصر والعراق والمكسيك كما هائلا من التقاليد والأعراف في مجال ترشيد استغلال الموارد الطبيعية والحفاظ على البيئة صالحة لحياة كل الكائنات الحية٠ وفي كتابه عن العقاقير، في عصر الحضارة اليونانية، جاء أفلاطون لأول مرة في التاريخ، بمبدأ أن من يسبب التلوث هو الخاسر، كما أدان في كتابه عن النقد أي اعتداء على الموارد الطبيعية مثل إزالة الغابات وتجريف التربة الزراعية٠ وفي عصر النهضة طرح ديكارت وبيكون تصورا لمجتمعات تصون البيئة وتحقق مستويات أفضل لحياة كافة الناس٠

ومع إطلالة الثورة الصناعية في القرن العشرين، أصبحت مشكلات البيئة محل حوار يومي في كل مكان، ونجح العلماء في تقديم حلول لبعض مشكلات البيئة، وعقدت المؤتمرات هنا وهناك، على كافة المستويات والاهتمامات لمناقشة تلك المشكلات٠ عُقدَ في عام ١٩٧٢م بمدينة استكهولم السويدية أول مؤتمر لهيئة الأمم المتحدة عن بِيئة الإنسان، الذي أكد بلا ريب، الطابع العالمي لمشكلات البيئة، وأن

مشكلات البيئة لا تعترف بالحدود الجغرافية أو السياسية للدول٠

وفى الوقت الراهن أدت كثافة استغلال الموارد الطبيعية وسوء استخدام التقنيات والكيماويات الحديثة إلى ظهور العديد من مشكلات التلوث البيئي٠ وعلى الرغم من أن البيئة قادرة على التخلص من بعض الملوثات وتحليلها، بيد أن تلك القدرة ليست مطلقة، فإذا ما تجاوز التلوث حدا معينا، تعجز البيئة عن التعامل معه وتظهر عليه أعراض التدهور٠

ولا ريب أن التلوث هو آفة القرن العشرين، لدرجة أن المدى بين التخلف والتقدم أصبح يقاس بمعيار حماية الإنسان من مخاطر البيئة وحماية البيئة من تعدي الإنسان٠

**دكتور محمد صابر**

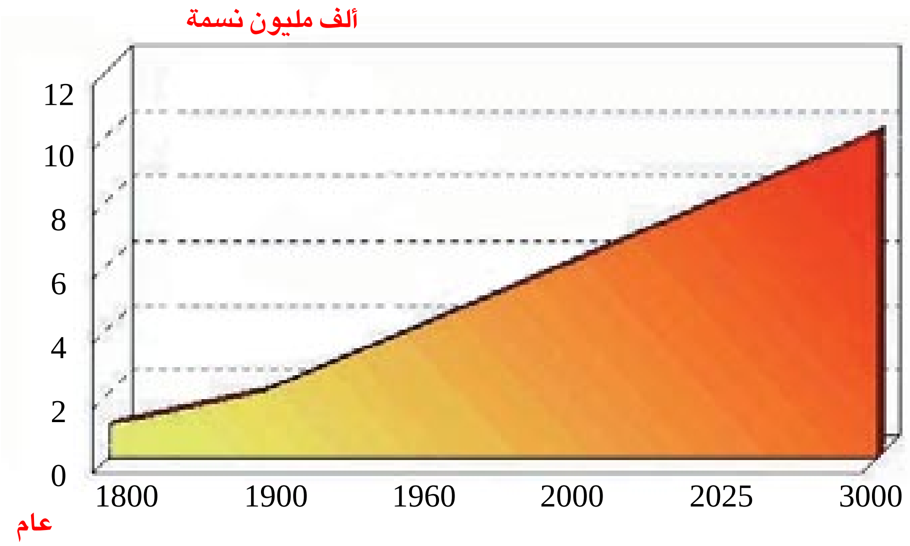
**أستاذ بالمركز القومي للبحوث بالقاهرة**

# الفصل الأول

# البيئة والملوثات

يعيش الإنسان فوق سطح الأرض في نطاق ثلاث منظومات، هي المحيط الأحيائي الذي يتألف من الجو واليابسة، والمياه وما يعيش فيها من كائنات حية، والمحيط التقني الذي يتألف مما شيده الإنسان من مدن وقرى ومصانع ومزارع، والمحيط الاجتماعي الذي يتألف مما يعتقده الإنسان من أديان وما يسنه من قوانين وتشريعات، وما يؤمن به من تقاليد وأعراف٠ ويؤدى أي إخلال بهذا التوازن بين تلك المنظومات إلى خفض نوعية البيئة وتدهورها وظهور المشكلات بها٠

ويقصد بالبيئة الوسط الذي يعيش فيه الإنسان ويمارس أنشطته الإنتاجية والاجتماعية، وهى خزان الموارد الطبيعية المتجددة مثل حقول الزراعة ومصايد الأسماك، والموارد الطبيعية غير المتجددة مثل مناجم المعادن وآبار النفط٠ وتتحدد علاقة الإنسان بالبيئة في دائرتين، فهي إطار للحياة يجب عليه أن يحافظ عليه ويصونه من التلوث والتدهور، وهى مصدر للثروات الطبيعية يجب عليه أن يرشد استغلاله ويعظم عطاءه، مع عدم إغفال حقوق الأجيال المتعاقبة من البشر فيه٠




شكل (١) التزايد السكاني في العالم

وفى الوقت الحالي تعاني البيئة في مختلف أنحاء العالم، ولاسيما في الدول النامية، من عدة مشكلات أصبح البعض منها ملحا ويتطلب الحل العاجل · فقد أدت زيادة السكان في مختلف الدول ( شكل ١)، إلى كثافة الاستغلال غير الرشيد للموارد الطبيعية، بما يفوق قدرتها على العطاء في أكثر الأحيان، مما نشأ عنه العديد من مشكلات تلوث وتدهور البيئة ·

## مصادر التلوث

يقصد بالتلوث بث طاقة أو مادة في البيئة، بكميات كبيرة في غير المكان والوقت المناسبين، مما يضر بصحة الإنسان ويحد من الاستخدامات المشروعة للبيئة · ويؤدي التلوث، في أغلب الأحيان، إلى تغير غير مرغوب في الصفات الفيزيائية أو الكيميائية أو الأحيائية للبيئة · وعلى الرغم من أن هناك تلوثا طبيعيا ينشأ من ثورة البراكين وحرائق الغابات وغيرها، فإن أكثر ما تعاني منه البيئة في الوقت الحالي هو التلوث الناشئ عن فعل الإنسان مثل تلوث المياه السطحية والجوفية والتربة والهواء والغذاء ·

## التلوث بالطاقة

ينشأ التلوث بالطاقة عن مصادر فيزيائية مختلفة · ويعتبر التلوث بالمواد المشعة، الذي قد يسبب تغيرات كبيرة في أجسام الكائنات الحية، أهم مصادر التلوث بالطاقة · وعلى الرغم من أن خلايا الكائنات الحية تحتوي، بصورة طبيعية، على كميات ضئيلة من المواد المشعة، فإن تعرضها للتلوث الإشعاعي يزيد من تركيز العناصر المشعة في الخلايا والأنسجة الحية، مما يؤدي إلى حدوث خلل في العمليات الأحيائية التي تسري بها الحياة · وفي القرن العشرين، زاد تعرض الناس للإشعاع من مصادر مختلفة · وكان أول تلك المصادر استخدام الأشعة السينية في تشخيص الأمراض وعلاجها · وقد جرى ذلك قبل توفير سبل الوقاية والآمان لمن يستخدم أو يتعرض لهذه الأشعة · ومنذ عام ١٩٤٥م وحتى الآن، أدى تفجير الأسلحة النووية إلى تسرب كميات كبيرة من المواد المشعة إلى البيئة · ومؤخرا زادت حوادث بعض المفاعلات الذرية، التي

تستخدم لتوليد الطاقة، من اهتمام الرأي العام بتوفير مستوى كاف من الأمان أثناء تشغيل وصيانة تلك المفاعلات ·

ويطالب علماء البيئة حاليا بحسن تداول وتصريف النفايات الخطرة، ولا سيما تلك التي تحمل بين طياتها مواد مشعة مثل نفايات محطات توليد القوى النووية وبعض نفايات المستشفيات ومعاهد البحث العلمي والجامعات، حتى يمكن الحد من تأثيراتها الضارة على البيئة · وقد حددت المنظمات الدولية المعنية التركيز الذي يسمح بوجوده في البيئة لكل من تلك المواد القاتلة ·

وعلى الرغم من الجدل القائم حول أضرار التلوث بمصادر الطاقة المختلفة، وحول نسب إسهام كل منها في التلوث البيئي، فإن هذا لا يعنى أن نتجاهلها · فقد تسبب الإنسان في رفع درجة حرارة الهواء الجوى المحيط به من جراء الملوثات التي يبثها في البيئة خلال بعض الأنشطة الصناعية ومن مرافق توليد الطاقة · وعلى الرغم من أن هذه التأثيرات مازالت في مناطق محددة، فإن تجاهل هذا الأمر قد يؤدي بمرور الوقت إلى مشكلات كبيرة يستعصي على الإنسان التصدي لها ·

ونشعر جميعا بالتلوث بالضوضاء، وهي أكثر أنواع الملوثات الفيزيائية التي تسبب الضيق والضجر · وفي أغلب المناطق لا تكون الضوضاء بالمستوى الذي يؤدي إلى الإضرار بصحة الناس، فيما عدا داخل بعض أماكن العمل مثل مصانع الغزل والنسيج · وفى بعض المناطق يكون تأثير الضوضاء أكثر وضوحا، كما في المناطق المجاورة للمطارات ومناطق ازدحام المرور ·

## التلوث بالمواد

يعتبر التلوث بالمواد من أهم مصادر التلوث التي تضر بالكائنات الحية · ومن المعروف أن الكائنات الحية تتغذى على مجموعة من العناصر الغذائية التي توجد في البيئة بكميات تلبي احتياجاتها · ويؤدي نقص تلك العناصر أو وجودها بتركيز مرتفع – وهى إحدى حالات تلوث البيئة – إلى الإضرار بالكائنات الحية، كما يؤدي تفاعل بعض هذه العناصر، مع بعضها الآخر أو مع غيرها من العناصر الموجودة في البيئة، إلى تكوين مركبات جديدة قد تكون ضارة بالكائنات الحية · ويتفاوت هذا الضرر تبعا لنوعية الكائن الحي وفترة التعرض ومستوى تركيز المواد الملوثة ·

ويجب أن نفرق بين الملوثات الطبيعية والملوثات غير الطبيعية٠ ويمثل المجموعة الأولى عناصر ومركبات الرصاص والزئبق وأكاسيد الكبريت والنتروجين، وهي مواد طبيعية وجدت في البيئة منذ أمد بعيد٠ ويمثل المجموعة الثانية مبيدات الآفات والمركبات الصيدلانية والمواد الحافظة للغذاء ومواد التجميل والمواد البلاستيكية٠ ولبعض المواد المذكورة تأثير ضار ضئيل على الكائنات الحية، في حين أن للبعض الآخر تأثيرات ضارة تفوق منافعها، والكثير منها يسبب الأمراض الفتاكة٠

## سلوك الملوثات في البيئة

تنطلق الملوثات إلى البيئة من مصادر مختلفة، قد تكون طرف سيجارة مشتعل أو جوف كائن حي، أو مدخنة مصنع ٠٠ الخ٠ ويتوقف مستوى التلوث على عدد ونوعية المصادر التي تبث الملوثات في مساحة معينة من البيئة٠ وتسري الملوثات داخل البيئة في مسارات مختلفة، ويتحدد تأثيرها طبقا لخصائص البيئة التي تتلقاها٠ وتتباين المكونات الرئيسة للبيئة – الماء والهواء والتربة والكائنات الحية – في قدراتها على استقبال وتخفيف ونشر الملوثات٠ وينعدم التأثير الضار للملوثات إذا فشلت في بلوغ أهدافها، ولذا تسعى إجراءات الأمان والوقاية إلى منع وصول الملوث إلى هدفه، بمتابعة مساره في البيئة وإعاقته وتخفيفه وتقليل حركته٠ وفي العادة، تتخذ تلك الإجراءات في الظروف العادية وحال وقوع الكوارث البيئية٠

وفي الهواء تتأثر حركة الملوثات بمجموعة متباينة من العوامل. فمن المعروف أن الغلاف الجوي يتركب من عدة طبقات، أهمها الطبقة السفلية المحيطة بنا التي تتعرض بشدة إلى التلوث٠ وتمتزج الملوثات في الهواء الجوي بواسطة تيارات الحمل التي قد ترفعها إلى طبقات الجو العليا٠ ويتأثر سلوك الملوثات في الجو بالأحوال المناخية عند نقطة الانبعاث وفي المنطقة المحيطة٠ وقد تغير حركة الرياح بدرجة كبيرة مسار نقل الملوثات في الجو٠ وفى العادة تزداد سرعة الرياح كلما زاد الارتفاع عن سطح الأرض، ومن ثم يزداد انتشار الملوثات المنبعثة من المداخن العالية٠

ودائما ما تتعرض الملوثات فـي الجو إلى تغيرات كبيرة، تتضمن تغـيرات فيزيائية وكيميائية وأحيائية٠ وتشمل التغيرات الفيزيائية والكيميائية تجميع الحبيبات (ترابط بعضـها ببـعض) وأكسـدة المواد ( تفاعل المادة مع الأكسـجين مـثل أكسـدة الكربون إلى ثاني أكسـيد الكربون ) والاتحاد الكيـميائي ( مثل تفـاعل ثالث أكسيـد الكبريت مع الماء مكونا حامض الكبـريتيك )، كمـا قد تحدث بعض التـغيرات الكيمـوضـوئية بفـعل الطاقة الشـمسـيـة٠ وتشمل التـغـيرات الأحـيائيـة دخـول الملوثات في تفـاعلات داخل الخـلايا الحـية، مـسببـة تعثـر المسـارات الأحـيـائية فـي الكائن الحـي، ومفـضـية إلى تكون مـواد جديدة٠

ويختلف مـسار الملوثات داخل الميـاه ، فالبـحيرات والبـحار والأنـهار تعـتبـر بمثابة كيانات ضـخمة يتجـمع فيها الكثير من الملوثات، وقد تستقر فيهـا لفترات متباينة، حيث يترسب بعضـها في القاع، ويذوب بعضـها الآخر وينتشر بفعل تيارات المياه، وقد تطفو بعض الملوثات الخـفيـفة غـير الذائبـة مثل النفـط على السطح ، في حين قد تخـزن بعض الملوثات التي تذوب في الدهون مـثل المبيـد الحشري المعـروف باسـم (د٠د٠ت٠) داخل طبقـات الزيت، كمـا أن بعض الملوثات الثقيلـة غير الذائبـة يستقـر بها المقـام ببطء شـديد على هيـئـة رواسب فـي القـاع٠ وفى الميـاه تتـعـرض الملوثات لـلعـديد من الـتـغـيـرات الكيميائية أو الفـيزيائية أو الأحيائية التي يتولد عنها نوعـيات جديدة من المواد قد تكون أكثر ضـررا من الملوث الأصـلي٠

وتصل الملوثات إلى التربة من عـدة مصـادر من أهمـها التسـاقط من الهـواء الجـوي، ومع مياه المطر والفيضـانات، ومع الكيماويات الزراعية، ومع دفن النفايات في التربة٠ وفي العـادة تتحرك الملوثـات على سطح التربة ببطء نسـبيـا مع مياه الـصرف أو داخل الخـلايا الحيـة٠ وفى التـربة تقتـصـر مسـارات الملوثات حـيث يكون التلوث في مـواقع معـينة، ولا ينتـشر بسرعـة كمـا هو الحـال في الميـاه والهواء٠ وأغلب الـعناصر السـامة مثـل الرصـاص والفلور والزئبق توجـد في التـربة على هيئـة تعجـز جذور النبـاتات عن

امتصاصها٠ بيد أن هناك بعض الكائنات الحية الدقيقة تستطيع تحويل جزء من تلك العناصر الثقيلة الملوثة إلى صورة يمكن للنباتات امتصاصها، حيث يتعاظم تركيزها بعد ذلك من خلال ظاهرة التعاظم الأحيائي٠

ويقصد بظاهرة التعاظم الأحيائي تجمع الملوثات في خلايا الكائنات الحية وزيادة هذا التجمع أثناء تحرك الملوثات في السلسلة الغذائية٠ وعلى سبيل المثال، فإنه إذا صرفت مياه تحتوي على عنصر ملوث مثل الزئبق بكمية قليلة داخل إحدى البحيرات أو البرك، فإن بعض الكائنات الحية الدقيقة ( الهائمات ) التي تعيش في المياه تجمع الزئبق داخل خلاياها مما يزيد من تركيزه، فإذا ما تغذت الأسماك وغيرها من الكائنات الحية على خلايا تلك الهائمات يزداد تركيز الزئبق في خلاياها بدرجة كبيرة قد تكفي لقتل الطيور والحيوانات والناس حين يتناولون تلك الأسماك في غذائهم٠

وبعض الملوثات تتحلل في البيئة وتتبدل أحيائيا أو كيميائيا إلى مركبات جديدة، قد تكون أكثر ضررا من الملوث الأصلي، وقد تكون نافعة وغير ضارة٠ ويتطلب الأمر لاستقراء هذه التفاعلات وكشف اللثام عنها إجراء المزيد من البحوث والدراسات، التي تتناول بالتفصيل سلوك ومسار الملوثات في البيئات المختلفة ٠

## الفصل الثاني

# التلوث بالنفايات البلدية

لا ريب أن بلوغ النظافة العامة إلى المستوى المرجو هو الحد الأدنى على طريق إصحاح البيئة وتحسين نوعيتها٠ وفي السنوات الأخيرة تزايد الاهتمام بقضية حماية البيئة من التلوث بما يتضمنه ذلك من الوعي بمسألة النظافة العامة٠ ولم يقتصر هذا الاهتمام على الأجهزة التنفيذية المعنية فحسب، بل امتد إلى أروقة البحث العلمي والإعلام والهيئات التشريعية٠

وتعد مسألة النفايات البلدية إحدى المشكلات البيئية الكبرى التي تعاني منها كثير من الدول، ولا سيما الدول النامية، ليس فقط لتأثيراتها الضارة على الصحة العامة وتشويهها للقيم الجمالية والحضارية، بل كذلك لتأثيراتها الاجتماعية والاقتصادية٠ ولكل من هذه التأثيرات ثمنه الباهظ الذي نتكبده، إنفاقا كان في وسعنا أن نوفره، أو فاقدا كان في مقدورنا أن نتجنبه٠

وأصبح لزاما علينا، في عالمنا المعاصر أكثر من أي عصر مضى، أن نتعامل يوميا مع كميات ضخمة من النفايات البلدية الصلبة والسائلة، التي تتزايد كمياتها طردا مع زيادة عدد السكان٠ وفي أغلب الأحيان تحتوي تلك النفايات على مواد ضارة يصعب الحد من تولدها أو التصرف فيها مثل الفلزات الثقيلة والسموم العضوية٠ ويتحتم علينا التصدي لمشكلات النفايات البلدية في إطار متكامل يسعى للاستفادة من منجزات العلم والتقنية في هذا المجال٠

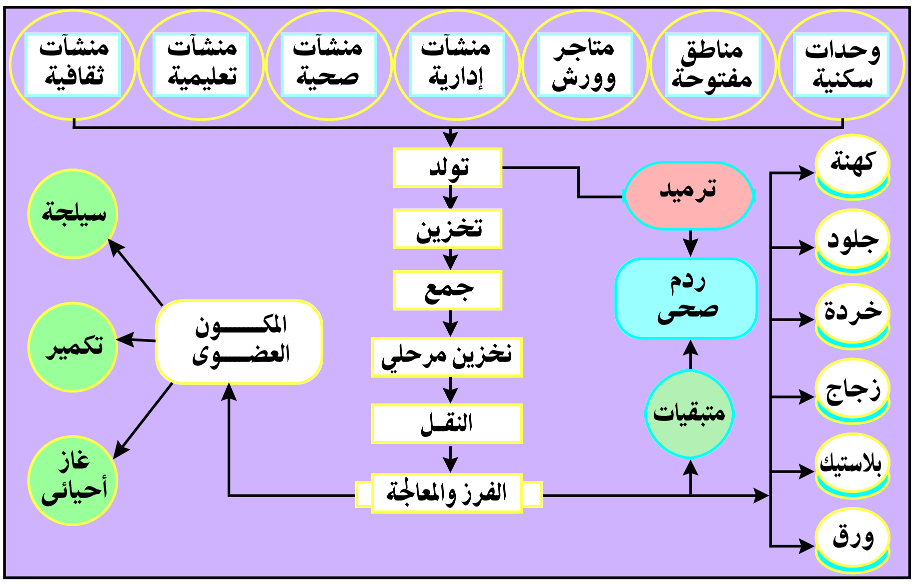
ونشارك جميعا في وجود مشكلة القمامة٠ فكل فرد منا يتولد عنه يوميا كمية من القمامة تقدر بنحو ٠,٨ كيلوجرام في المناطق الحضرية الرئيسة، ونحو ٠,٦ كيلوجرام في المناطق الحضرية الصغيرة، ونحو ٠,٢٥ كيلوجرام في المناطق الريفية، بخلاف الكميات الكبيرة من النفايات البلدية الصلبة التي تتولد في المتاجر والورش الصغيرة والمناطق المفتوحة ومختلف المؤسسات٠ ومن ناحية أخرى، يتولد عن كل

فرد منا يوميا ما بين ٢٠٠-٣٠٠ لتر من مياه الصرف الصحي تنساب في شبكات المجاري العامة، وتمزج في غالب الأحيان مع مياه الصرف الصناعي، وتنقل إلى محطات المعالجة والتصريف.

ولا مراء أننا جميعا نؤثر ونتأثر بمشكلات النفايات البلدية من خلال سلوكنا اليومي وفي غياب منظومة محكمة للتعامل مع النفايات، فإنها تتجمع في البيئة، مما يفضي إلى انتشار الميكروبات المرضة وتفشي القوارض والهائمات والحشرات، وانتشار المناظر غير المرغوبة والروائح الكريهة.

## النفايات البلدية الصلبة ( القمامة )

يجري التعامل مع النفايات البلدية الصلبة في إطار منظومة ذات ثلاث مراحل رئيسة ( شكل ٢ ) هي مرحلة التجميع (تشمل التولد والتخزين والجمع )، ومرحلة النقل ( تشمل النقل المرحلي والنقل النهائي ) ومرحلة التصريف ( تشمل الفرز والمعالجة والتصريف ).




شكل (٢) منظومة التداول والإدارة السليمة للنفايات البلدية الصلبة

وتبدأ المرحلة الأولى من المنظومة بتولد القمامة من مختلف المصادر التي تشمل الوحدات السكنية والمناطق المفتوحة ( الشوارع والحدائق ومواقف السيارات والأسواق العامة) والمتاجر والورش الصغيرة وكافة أنواع المؤسسات والهيئات٠ وتتباين طبيعة القمامة المتولدة عن كل من تلك المصادر٠ بيد أن مخلوط القمامة يتكون بصفة عامة من مواد عضوية وورق وكرتون ومواد فلزية وزجاج وبلاستيك وأخشاب وجلود ومطاط وعظام٠ ويغلب على القمامة المتولدة في أغلب المدن بالدول العربية محتواها الكبير من المواد العضوية التي تصل إلى ٧٠ ٪، في حين لا تتعدى ١٥٪ في قمامة كثير من مدن الدول الصناعية٠ وهناك نفايات خطرة، تتولد عن المنازل وبعض المنشآت، يجب فصلها عن باقي تيار القمامة وتداولها بمفردها٠

ويتطلب الأمر تخزين القمامة بعد تولدها لحين جمعها، طالما أنها تتولد على مدار اليوم، ولا يتسنى جمعها في نفس لحظة تولدها، بل يجب أن تخزن في مكان آمن ومناسب٠ وهناك عدة نظم للتخزين، لكل منها مميزاته ومحدداته، يتم المفاضلة بينها في إطار مدى جدواها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية٠ وليس من المتصور أن يفرض على مولدي القمامة طريقة معينة للتخزين ويرغموا على اتباعها، لأن هذا ببساطة سوف يدفعهم إلى إلقائها في الشوارع أو في مناور العمارات، وقد يحرقونها على قارعة الطريق٠ وقد تكون بعض أساليب التخزين ضارة بالبيئة، كما في حالة استخدام حاويات مكشوفة يتكاثر فوقها الذباب والهائمات مما يعمل على نشر الأمراض٠ ويجب توخي غاية الحذر والحيطة من إلقاء وتخزين النفايات الخطرة، مثل بقايا الأدوية والأصباغ والمذيبات العضوية ومبيدات الآفات والبطاريات الجافة وما شابه ذلك في حاويات التخزين٠

وتوضع برامج لجمع القمامة المخزونة والمتولدة عن كافة المصادر في مواقيت محددة تتواءم مع معدلات التولد، بما لا يسمح بتراكم القمامة في البيئة٠ ولكل مصدر من مصادر التولد ما يناسبه من طرق التخزين والجمع٠ ويتم تجميع القمامة في حاويات كبيرة الحجم لحين نقلها بواسطة نوعيات عديدة من السيارات المجهزة إلى مواقع المعالجة والتصريف٠ وعندما تكون مواقع المعالجة بعيدة عن المدينة، تنقل

القمـامة إلى محطات تحويـل، حيث تجرى عليهـا بعض المعالجات الأوليـة٠ وفي مواقع المعالجـة والتصريف يجـرى فرز النفايات الصلـبة لاستعـادة المواد القابلة للتـدوير مثل الخردة والزجاج والبلاستيك والعظام، ويكمـر المكون العضوي إلى أسمدة عضـوية، أو يستخـدم في توليد الغاز الأحيـائي، أو في تصنيع الأعلاف الحيوانيـة وغيرها٠ ويلقى بما يتبـقى في حـفـرة خـاصـة للردم الصـحي تحـول دون تسـرب الملوثات إلى البيئـة المحيطة٠

ومن الجـدير بالذكر أن اسـتـخدام المواد المسـتـعـادة من القـمـامـة كمـواد خـام في الصناعة يخـفف الضـغط على الموارد الطبـيعـية ويقلل بدرجة كـبيرة مـن كميـات الطاقة المستهلكة في التصنيع٠ وعلى سبيل المثـال، يمكن استخدام الحديد الخردة في صناعة الصلب بدلا من خـام الهيمـاتيت، واسـتـخدام الزجـاج المكسور في صناعـة الزجاج بدلا من الرمال البيضـاء٠

وهناك العـديد من التـأثيـرات البيـئيـة الضـارة التي تـصاحب سـوء إدارة منظومـة التداول والإدارة السليمة للنفايات البلدية الصلبـة٠ ويؤدي تراكم القمامة في الطرقات وعدم جـمعـها في مـواقيت مناسبـة، وخاصـة في المناخ الحـار الشـائع في أغلب البلدان العـربيـة، إلى تكـاثر الحـشـرات والميكروبات والهـائمـات، مما يكـون له أسـوأ الأثر على الصحـة الـعامة والبيئـة٠ وعند حرق القمامـة في العراء دون ضـوابط تنبعث مـنها مواد متطايرة وأكاسـيـد نتروجين وكـبريت وهـيدروكـربونات وغيـرها، وكلهـا تهلك الزرع والضـرع وتسـبب العـديد من الأمـراض الفـتـاكـة٠ وفى مـرافق المعـالجـة قـد تتـسـرب الملوثات إلى موارد الميـاه الجوفية، وتكون الحالـة حرجة في حالة احتـواء النفايات على مـواد خطرة مـثل الفلزات الثـقيلة والـسمـوم الـعضـويـة٠ كمـا يتـسرب مـن حفـر الردم الصحي مـجموعة من الغـازات، من أهمها ثاني أكسـيد الكربون، الذي يسبب كثـيراً من التغيرات البيئية٠

وتنشـأ الأضـرار المصـاحـبـة لسـوء إدارة وتداول النفـايات البلديـة الصلبـة و من أهمـهـا المواد المتـفـجـرة والزجـاج المكسـور والمسـامـير والـدبابيس والأسـلاك والعظام والأدخنة والأسبستـوس والحشرات والغبار والميكروبات٠ وقد أظـهرت نتائج دراسة

لدى جامعي القمامة في منطقة قناة السويس بمصر، أن ٢٢٪ منهم مصابون بجروح حادة في اليدين مع انتشار الدمامل، وأن ١١٪ منهم مصابون بأمراض رمد في إحدى أو كلتا العينين، كما أظهرت تحاليل البول والبراز وجود الديدان المعوية الممرضة ولا سيما الإسكارس في ٤٦٪ من أفراد العينة . وبصفة عامة كانت نسبة الوفيات مرتفعة بين أطفال جامعي القمامة، حيث يموت طفل من كل أربعة أطفال قبل أن يبلغ عامه الأول .

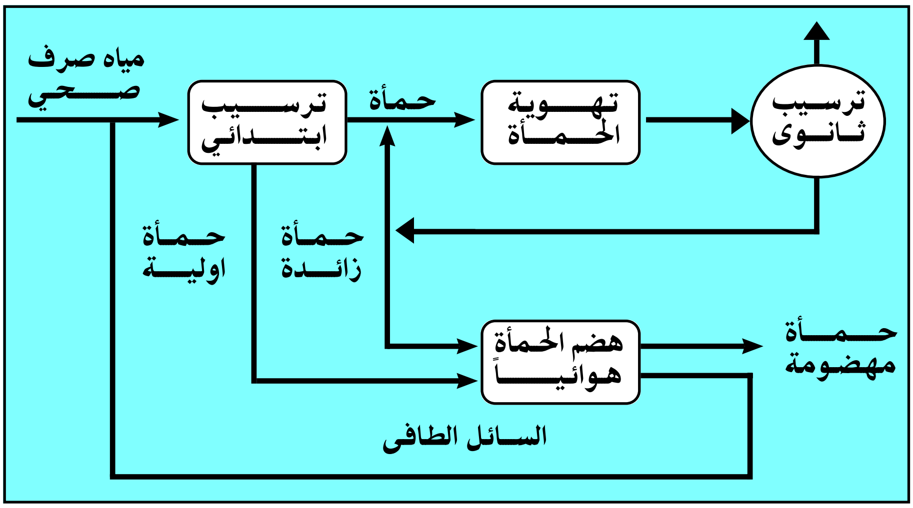
## النفايات البلدية السائلة (مياه الصرف الصحي )

إلى جانب النفايات البلدية الصلبة يتولد يوميا في التجمعات الحضرية والريفية كميات هائلة من مياه الصرف الصحي، تحتوى على تركيزات مرتفعة نسبيا من المواد العضوية والأملاح المعدنية والميكروبات . وتتناسب كمية مياه الصرف الصحي طردا مع عدد السكان وكميات المياه التي تستهلك في المساكن وغيرها من المرافق . ويجرى تجميع مياه الصرف الصحي في شبكة خاصة داخل التجمعات الحضرية تنقلها إلى مرافق المعالجة والتصريف، في حين تعاني أغلب المناطق الريفية في الوطن العربي من غياب تلك الخدمات الأساسية، حيث يجري تصريفها في أغلب الأحيان بطرق بدائية . وفي كثير من المدن العربية، تتلقى شبكات الصرف الصحي، إلى جانب المياه المتولدة عن المباني والمتاجر والشوارع، مياه الصرف الصناعي سواء بعد معالجتها أو بدون معالجة . وهذا أمر يجب التريث عنده كثيرا إذا كان لتلوث البيئة أي اعتبار في أولوياتنا .

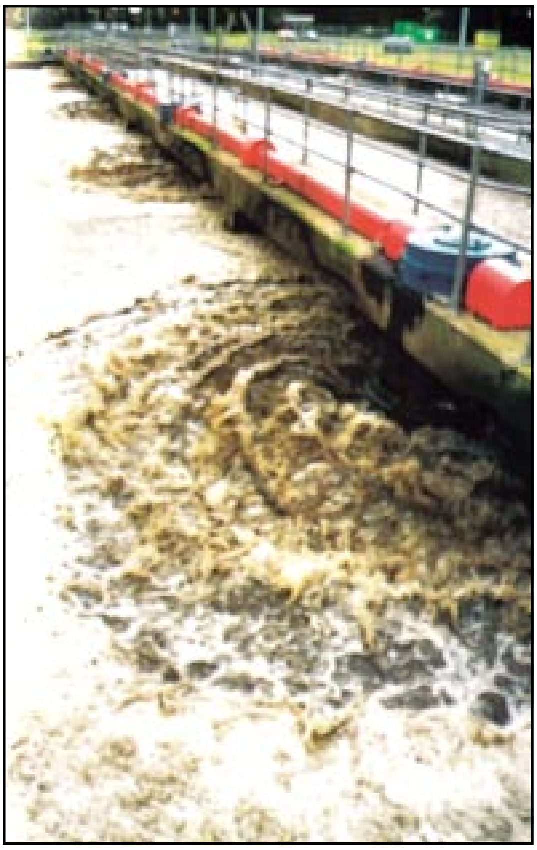
وفي محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتعرض المياه لمجموعة من التقنيات تهدف إلى تخليصها من الملوثات، حتى يمكن التصرف فيها بطريقة آمنة لا تضر بالبيئة . وهناك ثلاثة مستويات متتابعة للمعالجة ( معالجة أولية ومعالجة ثانوية ومعالجة ثلاثية ) . وبالطبع، تختلف نوعية المياه الناتجة عن كل من هذه المستويات . وفي العادة، لا تلجأ أغلب الدول إلى المعالجة الثلاثية، نظرا للتكاليف الباهظة لتلك التقنية .

وتبدأ عمليات المعالجة في محطات الصرف الصحي بتمرير المياه على شبكات من الفلز لحجز المواد كبيرة الحجم، مثل علب الصفيح والأمواس والفوط الصحية والزلط والحجارة، وما شابه ذلك من مواد يتحتم إزالتها من المياه قبل المعالجة· وتنقل المياه بعد ذلك إلى أحواض الترسيب الأولية وتترك بها حتى تترسب المواد العالقة والرمال إلى القاع، وتطفو على السطح المواد الخفيفة مثل الشحوم والزيوت· ويجري كشط المواد الطافية بين حين وآخر وتصفية المياه إلى أحواض أخرى بعد تخليصها من الرواسب ( شكل ٣ )· وقد تضاف إلى أحواض الترسيب بعض المواد الكيميائية التي ترفع من كفاءة عملية الترسيب مثل مركبات الكالسيوم والحديد والشبّة·

وبعد المعالجة الأولية يتبقى في المياه كميات كبيرة من المواد غير المرغوبة الملوثة للبيئة، التي يتم معالجتها في المرحلة الثانوية· ويتم تهيئة الوسط في أحواض المرحلة الثانوية لنشاط مجموعات من الميكروبات تؤكسد أغلب المواد العضوية وتحولها إلى مواد بسيطة التركيب غير ضارة بالبيئة ( شكل ٤ )· ويجب التنويه بأن الميكروبات وإن كانت قادرة على تكسير المركبات العضوية فإنها تعجز عن التعامل مع بعض الملوثات كالفلزات الثقيلة، مثل الكروم والكادميوم والنيكل والزئبق· ويتخلف عن المعالجة الثانوية سائل رائق لحد ما، وراسب يعرف بالحمأة الثانوية يحتوي، بصفة رئيسة، على الكائنات الحية وبقايا المواد المتحللة· ويمكن تصريف تلك النوعية من المياه في المجاري المائية·




شكل (٣) مراحل معالجة مياه الصرف الصحي



شكل (٤) المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي في مرشحات الزلط

وتجمع الحمأة المتولدة عن أحواض الترسيب الأولية والثانوية داخل صوامع محكمة الإغلاق تنشط فيها مجموعة من الميكروبات اللاهوائية تحللها مولدة الغاز الأحيائي، الذي يستخدم كمصدر للطاقة، ويتبقى سماد عضوي يستخدم في نظم الزراعة النظيفة كبديل للأسمدة الكيميائية.

وفي إطار أن المياه تتربع على رأس كل الموارد الطبيعية، وتعد المورد الحرج الذي تعتمد عليه التنمية الزراعية والصناعية والعمرانية في الوطن العربي، ومن منطلق أن الموارد المائية هي قاعدة التقدم والرخاء، يكون من الطبيعي أن تبرز فكرة إعادة

استخدام مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية. بيد أنه يجب عدم التوسع في هذه التطبيقات إلا في نطاق الحدود الآمنة، التي وضعها العلماء لتحديد صلاحية مياه الصرف الصحي للاستخدامات الزراعية.

وفي كثير من الدول العربية، لا تلقى مياه الصرف الصحي المعالجة المناسبة، وتستخدم في ري المحاصيل الزراعية، إما بحالتها الخام أو بعد معالجتها أوليا أو ثانويا. وفي مثل هذه الأحوال، يجب توخي غاية الحذر والحيطة في اختيار الزراعات المناسبة لكل حالة. ويوصي العلماء في حالة الضرورة، بأن ينحصر استخدام المياه غير المعالجة في ري الأشجار الخشبية ومحاصيل الألياف والدخان. وتستخدم مياه الري المعالجة أوليا في ري محاصيل الحقل التي لا تلامس مياه الري ولا تؤكل طازجة. ويمكن استخدام المياه المعالجة ثانويا في ري العديد من المحاصيل تحت نظام صارم للرصد البيئي.

وهناك مجموعة من المخاطر البيئية والصحية تحيط بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية، منها مخاطر ترتبط بالمتعاملين مع تلك المياه داخل المزارع، ومخاطر ترتبط بمستهلكي منتجات مزارع المجاري. وتنشأ تلك المخاطر من مسببات أحيائية أو مسببات كيميائية. فقد أكدت البحوث احتواء مياه الصرف الصحي على كم هائل من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة مثل الدوسنتاريا والإسكارس والتيفود والتهاب الكبد الوبائي. وتحتوي مياه الصرف الصحي على العديد من الملوثات الكيميائية الضارة ولاسيما عندما تكون مخلوطة مع مياه الصرف الصناعي مثل السموم العضوية والفلزات الثقيلة. ومعظم تلك الملوثات الكيميائية يسبب العديد من الأضرار الصحية وتدهور البيئة.

وفي المزارع التي تروى بمياه الصرف الصحي، بمستويات مختلفة من المعالجة، يتحتم وضع نظام محكم للرصد البيئي، يلقى الضوء على مواطن القصور حتى يمكن علاجها في الوقت المناسب. ويشمل برنامج الرصد البيئي جمع وتحليل عينات دورية من كافة مكونات النظام البيئي، وهى مياه الري والحمأة والمياه الجوفية والتربة السطحية والعميقة والنباتات النامية. وفي إطار النتائج التي نحصل عليها يمكن تحديد معدلات الري بمياه الصرف الصحي، وكميات الحمأة الموصى بإضافتها للتربة ونوعية المحاصيل التي تنتج في تلك المزارع.

## الفصل الثالث

# التلوث بالنفايات الصناعية

عندما بدأ التفكير في توطين الصناعة في بعض الدول العربية، أغفل المخططون العواقب البيئية للنفايات التي تتولد عن الأنشطة الصناعية، ولم يراع اختيار الصناعات ذات التقنيات النظيفة قليلة أو عديمة النفايات. كما لم يؤخذ في الحسبان أيضا التخطيط البيئي السوي للتصرف في النفايات التي تتولد في صورة خليط من مواد متباينة، أو تتولد في صورة مواد منفردة في حالات فيزيائية صلبة وسائلة وغازية.

## النفايات الصناعية الصلبة

تتضمن النفايات الصناعية الصلبة، بصفة عامة، قمامة المصانع والنفايات العضوية وغير العضوية. وتشمل النفايات العضوية بقايا بعض مواد التغليف والتعبئة وعوادم الإنتاج العضوية التي لا نفع منها. وتشمل النفايات غير العضوية بعض مواد التغليف والتعبئة ونفايات التشغيل غير العضوية وقليل من المنتجات الجانبية ( شكل ٥ ). وقد اهتم القائمون على الصناعة في الآونة الأخيرة بإعادة استخدام النفايات الصناعية الصلبة. وهناك الكثير منها الذي يتولد منفردا بكميات كبيرة ويصلح كمواد أولية في أنشطة صناعية أخرى (جدول١). وقد يرى البعض في خليط النفايات الصناعية الصلبة المتولد عن صناعات مختلفة فائدة كبيرة في صناعته.



شكل (٥) عينة من مخلوط النفايات الصناعية الصلبة

| نوعية النفايات الصلبة | الصناعة |
|---|---|
| عوادم خيوط وغزل وقطن وحرير وخيش وأقمشة وألياف | الغزل والنسج |
| نشارة وكسر خشب وبقايا القشرة | الأخشاب |
| فضلات خراطيم وأقمشة وسيور | المطاط |
| قش ولب خشب وورق | الورق |
| بقايا الجلود وحمأة | الجلود |
| جلخ الأفران والمحولات وبقايا الدرفلة وفلزات خردة | التعدين |
| حمأة عضوية وكسب وبقايا التصنيع | الغذاء |

جدول (١) نماذج من النفايات الصناعية الصلبة

ولا يوصي المخططون بتطبيق منظومة إدارة النفايات البلدية الصلبة على كثير من النفايات الصناعية الصلبة، فقد يتطلب الأمر منظومة أخرى قادرة على التعامل مع تلك النوعيات من النفايات في إطار بيئي سليم، ولا سيما في مرحلة المعالجة والتصريف. وفي كثير من الدول هناك حفر ردم صحي مخصصة للنفايات الصناعية الصلبة تراعى فيها احتياطات تكفل عدم تسرب الملوثات إلى البيئة. ويندرج نفس المفهوم على محارق ترميد النفايات الصناعية الصلبة التي عادة ما تكون صغيرة الحجم وذات مواصفات تلبي متطلبات الأمن البيئي.

## النفايات الصناعية السائلة

في القرن العشرين أنشئت عدة مناطق صناعية في العديد من دول العالم، تقع مجاورة للأنهار والبحيرات والبحار. وكانت النفايات الصناعية السائلة المتولدة عن

تلك الصناعات تلقى في هذه الأنهار أو البحيرات وفي المجاري المائية عموما، مما أسفر عنه العديد من مشكلات تلوث المياه٠ وأدى ذلك إلى صدور قوانين وطنية في بعض الدول، تحظر تصريف النفايات غير المعالجة إلى المجاري المائية٠

وتختلف النفايات الصناعية السائلة كلية عن النفايات البلدية السائلة٠ فالأولى أشد خطورة على البيئة وأكثر تنوعا في محتواها من الملوثات، كما أن معالجتها غالبا ما تكون باهظة التكلفة ( شكل ٦) ٠ ومما يزيد الطين بلة أن تصريف تلك النوعية من النفايات في البيئة دون معالجة يؤدي إلى انتشار الملوثات بين مختلف مكونات النظام البيئي، مسببا انتشار الضرر الذي يصعب التصدي له، والذي قد يستحيل علاجه والتخلص من عواقبه٠ وقد أكدت نتائج البحوث أن بعض النفايات العضوية الصناعية السائلة تستهلك من أكسجين المجاري المائية التي تصرف فيها ما يزيد عن أربعة أضعاف ما تستهلكه النفايات البلدية الصلبة حتى تتأكسد إلى مواد بسيطة التركيب، ناهيك عن محتواها من السموم القاتلة للميكروبات التي تقوم بعمليات التحليل٠



شكل (٦) أحواض معالجة النفايات الصناعية السائلة

وتتنوع النفايات الصناعية السائلة بين مياه تفوير الغلايات ونواتج معالجة المياه والأتربة الناتجة من عمليات الغسيل والفاقد من المواد الأولية أو الوسيطة أو المصنعة التي تجد طريقها إلى المياه، والمذيبات العضوية والفلزات الثقيلة مثل الزئبق والكادميوم والزيوت والشحوم والأحماض والقلويات، والعناصر اللافلزية مثل الكبريت والنتروجين والفوسفور٠

وهناك مجموعة من العناصر الثقيلة، التي تنساب إلى الموارد المائية مع النفايات الصناعية السائلة، يفوق تأثيرها المدمر للبيئة وللصحة العامة غيرها من الملوثات الأخرى، وهى عناصر الكادميوم والرصاص والزنك والنيكل٠ ويقدر العلماء أن البيئة تتلقى سنويا ما لا يقل عن نصف مليون طن من الكادميوم وحوالي ٣١٠ مليون طن من الكروم والنحاس، و٢٤٠ مليون طن من الرصاص، و٢٠ مليون طن من كل من المنجنيز والزئبق والنيكل، و٢٥٠ مليون طن من الزنك٠ وتتسرب تلك الكميات من مصادر مختلفة، وأغلبها تتولد كنفايات عن أنشطة الصناعة والتعدين٠

ولقد أثرت تلك الفلزات الثقيلة سلبا على نوعية المياه التي نتلقاها وعلى مدى صلاحيتها للاستخدامات الاقتصادية المختلفة على المستوى العربي والعالمي٠ وتشير نتائج الرصد البيئي التي أجرتها هيئة الأمم المتحدة إلى تلوث العديد من الأنهار والبحيرات والبحار بالعناصر الثقيلة، بمستويات تثير القلق من جراء تصريف النفايات الصناعية السائلة ونفايات السفن في المجارى المائية٠

وينادي العلماء بالحد أو التوقف عن استخدام أو استبدال المواد التي تسبب السرطان، مثل مركبات الأمينوفينيلن والبنزين والأسبستوس والقطران والكروم ورابع كلوريد الكربون، والفورمالدهيد وغيرها، في العمليات الصناعية٠ ويوصي العلماء صناع الغزل والنسيج بعدم استخدام المواد الكيميائية المزيلة للألوان، التي لا تستطيع الميكروبات تحليلها، وبعدم استخدام النشا وإحلاله بالبوليمرات الحديثة، وباستعادة الصودا الكاوية المستخدمة في صناعة الحرير، وباستخدام حمامات الصباغة عدة مرات، وبعدم استخدام المياه كمذيب٠

وفي مدابغ الجلود، يجب ترشيد استخدام المياه واستعادة المواد الملوثة منها مثل

أملاح الكروم باهظة الثمن٠ وفي صناعة الورق يجب ترشيد استخدام المياه واستعادة الألياف والصودا الكاوية٠ وفي مصانع البطاريات يوصى باستعادة الرصاص من مياه الصرف الصناعي٠ وللحد من التلوث الناشئ من صناعة النشا والخميرة والمنظفات الصناعية يراعى ترسيب البروين من مياه الصرف الصناعي والاستغناء عن الشحوم والزيوت لمنع تكون الرغوة٠ وفي الصناعات الكيميائية يمكن الحد من تركيز الزئبق في مياه الصرف الصناعي بمداومة صيانة مداخل ومخارج خلايا التحليل الكهربائي بما يكفل عدم تسرب الزئبق٠

ولا ريب أن تصريف النفايات الصناعية السائلة، دون معالجة، إلى شبكات الصرف الصحي يؤدي إلى تآكل البنية الأساسية مثل الأنابيب وأحواض المعالجة، كما تقلل الملوثات من كفاءة عمليات المعالجة من جراء تأثيراتها المعاكسة لنشاط الميكروبات٠ وتكون النتيجة الحتمية لذلك تولد مياه غير معالجة بالدرجة التي تسمح بإعادة استخدامها في أغراض أخرى٠

## النفايات الصناعية الغازية

تزداد حدة التلوث بالنفايات الصناعية الغازية في المناطق الصناعية، حيث تنتقل منها بواسطة الرياح إلى الأراضي والمدن المجاورة لتهلك الزرع والضرع وتضر بصحة الناس٠ وتتولد أغلب النفايات الغازية من محطات توليد الطاقة التي تستخدم الوقود الأحفوري، ومن صناعات تكرير البترول والصناعات الفلزية والحرارية والكيميائية والغذائية والنسيجية٠ وتؤدي زيادة الملوثات الغازية في الهواء الجوي إلى عواقب وخيمة منها تدهور صحة الناس وتدمير النباتات ونفوق الحيوانات وتآكل سطوح الفلزات، وإتلاف ألوان أحجار البناء والأقمشة وتمزق الجلود وتشقق المطاط٠

وتحتل مركبات الكبريت مكانة الصدارة بين الملوثات الغازية، حيث يتفاعل مع أكسجين الهواء الجوي ليكون ثاني أكسيد الكبريت٠ ويأتي نحو ٨٠٪ من انبعاث ثاني أكسيد الكبريت من حرق الوقود، كما تبث محركات الديزل نحو ٥٪ منه، وينبعث الباقي من تكرير البترول ومن المسابك والمنازل٠ وفي الهواء الجوي يتحول ثاني

أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد مع الرطوبة الجوية ليكون حامض الكبريتيك، وهو مصدر رئيس للأمطار الحمضية٠

ويحتل أكسيد النتريك وثاني أكسيد النتروجين المرتبة الثانية بين ملوثات الهواء الغازية، وهما ينسبان بصفة رئيسة إلى حرق الوقود الأحفوري عندما يسخن النتروجين والأكسجين معا في العمليات الصناعية٠ وفي كثير من الأحيان، يتفاعل ثاني أكسيد النتروجين مع الهيدروكربونات مكوناً الضباب، فضلا عن أنه يتفاعل أيضا مع الماء ليكون حامض النتريك المسبب للأمطار الحمضية٠

وتعتبر المركبات العضوية الطيارة من أهم النفايات الصناعية الغازية الملوثة للهواء الجوي، وهى مركبات من الكربون تتسرب من الصناعات التي تستخدم المذيبات مثل صناعة الدهانات، ومنها مركبات الهيدروكربونات التي تتسرب من السيارات وصهاريج الوقود٠ كما يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الملوثات الرئيسة في مناطق الحضر، وهو غاز عديم اللون والرائحة يصاحب الحرق غير الكامل للوقود الأحفوري٠ ومن أهم التأثيرات البيئية المعاصرة لتلوث الهواء الجوي بالنفايات الصناعية الغازية ظاهرتا الاحتباس الحراري ( أو السخونة الكونية ) وثقب الأوزون٠ وكلتا الظاهرتين تنال بالغ الاهتمام من العلماء في مجال البيئة وغيرها من المجالات العلمية الأخرى المرتبطة بها٠

## التأثيرات الصحية للملوثات الصناعية

بات من المؤكد أن الملوثات الصناعية الصلبة والسائلة والغازية لها العديد من التأثيرات السلبية على الصحة العامة٠ وأول من يتعرض لتلك التأثيرات هم العاملون في قطاع الصناعة من جراء تعرضهم اليومي للنفايات الصناعية٠ ويشيع بين العاملين في الصناعة أمراض الجهاز الهضمي وروماتيزم المفاصل والعضلات واكزيما الجلد والالتهابات الفطرية والالتهاب الكبدي والأنيميا والسرطان٠ وتحدد قوانين العمل في كثير من الدول العربية معايير صارمة للتعرض للنفايات الصناعية٠

ويؤدي التعرض لضباب الملوثات إلى ضيق التنفس والصداع والتهاب العيون

والربو وتضخم الرئتين، كما يؤدي بلوغ غاز أول أكسيد الكربون مجرى الدم إلى الخمول والإجهاد الذهني وضعف نفاذ البصيرة٠ ومن المعروف أن ثاني أكسيد الكبريت يتلف أنسجة الرئتين ويسبب التهاب القناة التنفسية٠ ويؤدي التسمم بعنصر الكادميوم إلى تحطيم كرات الدم الحمراء وتلف الخصيتين وأمراض القلب، كما يؤدي التسمم بعنصر الرصاص إلى التشنج والنقرس والتهاب الدماغ والكبد والكليتين وخلايا المخ٠

وتتوقف التأثيرات الصحية للملوثات الصناعية على فترة التعرض ونوع وتركيز المادة الملوثة٠ وبعض أنواع الملوثات الصناعية مثل الغازات والأبخرة تستنشق مباشرة أو تمتص عن طريق الجلد وتسري في مجرى الدم مسببة إتلاف المسارات الأحيائية في الجسم٠ ولا يقتصر التأثير الضار للملوثات الصناعية على العاملين في الصناعة فقط، بل يمتد إلى البيئة المجاورة ويؤثر، بدرجة ما على كافة الكائنات الحية بها من نبات وحيوان وميكروبات٠

# الفصل الرابع

# التلوث بالنفايات الخطرة

تمثل النفايات الخطرة تهديدا لصحة الناس والكائنات الحية ولنوعية البيئة إذا ما أسيء تداولها وإدارتها. وهناك أربع صفات تحدد النفايات الخطرة: هي قابليتها للاشتعال وللإحراق وقدرتها على التفاعل، واحتواؤها على مواد سامة. كما تتسم النفايات الخطرة بأنها تظل ثابتة في البيئة ويصعب تحللها. وتقسم النفايات الخطرة إلى ثلاث مجموعات رئيسة، هي النفايات المشعة، والكيميائية، والأحيائية.

## النفايات المشعة

تعرف النفايات المشعة، بغض النظر عن حالتها الفيزيائية، على أنها مواد متخلفة من ممارسات ما، ولا يتوقع لها استخدام آخر، وتتضمن كميات من النظائر المشعة (أي التي تصدر إشعاعات مؤينة )، بنشاط إشعاعي أو بتركيزات تتجاوز مستويات الفسح وعدم الإخضاع للمتطلبات التنظيمية، أو التي تؤدي إلى تعرضات إشعاعية غير مستثناة من التعليمات التنظيمية. وتشمل النفايات المشعة نفايات تصنيع الوقود المستخدم في المفاعلات النووية وإعادة معالجة هذا الوقود ( وهي نفايات عالية الإشعاع في العادة)، وركام طحن اليورانيوم ( وهي نفايات منخفضة أو متوسطة الإشعاع )، والنفايات المتولدة عن تطبيقات الإشعاعات والنظائر المشعة في المجالات الطبية والصناعية والزراعية وغيرها. ويمكن أن تدوم التأثيرات السلبية للنفايات المشعة في البيئة لفترات طويلة، يعبر عنها بفترة عمر النصف أو العمر النصفي، التي قد تصل إلى عدة آلاف الملايين من السنين للنفايات المحتوية على نظير اليورانيوم٢٣٨، والبلوتونيوم ٢٣٩.

## النفايات الأحيائية

هي النفايات القادرة على إحداث العدوى والمرض مثل المواد الملوثة بالميكروبات المرضية، والمستحضرات الطبية منتهية الصلاحية، والدم، وجيف الحيوانات النافقة٠ وتتولد غالبية تلك النوعيات من النفايات عن المستشفيات وعيادات الأطباء ومعامل البحوث العلمية٠

## النفايات الكيميائية

تشمل النفايات الكيميائية عدة مجموعات: هي المركبات العضوية المشيدة، والأملاح والأحماض والقواعد غير العضوية، والمواد الملتهبة، والمواد المتفجرة والآكلة والمسرطنة، ولمعظم تلك النفايات تأثيرات ضارة على الكائنات الحية، وهى تحمل بين طياتها خطرا دائما في مختلف مراحل تداولها وتخزينها٠

فالنفايات الملتهبة توجد عادة في صورة سائلة في أغلب الأحيان، بيد أن هناك أيضا نفايات ملتهبة على صورة صلبة وغازية٠ ومن أشهر أمثلتها الشائعة المذيبات العضوية والزيوت واللدائن العضوية٠ وكثير من النفايات الكيميائية تعتبر من النفايات الملتهبة٠

أما النفايات المتفجرة فتنتج في الاغلب عن الصناعات الحربية، ولا سيما الذخيرة، ومنها كثير من النفايات الغازية، في حين يكون بعضها على صورة سائلة أو صلبة٠ وتوجد تلك النوعية بكثرة في البيئة التي تعرضت للحروب٠

والنفايات المسرطنة هي تلك النفايات التي يحتمل أن تستحث مرض السرطان عند تداولها بطرق غير آمنة.

والمواد الآكلة هي التي تحدث التهابات وجروح في الأنسجة الحية عند ملامستها.

## منظومة تداول وإدارة النفايات الخطرة

يخضع التعامل مع النفايات الخطرة لمعايير عديدة، وتحكمه الكثير من التشريعات البيئية الصارمة٠ وتتوقف طبيعة منظومة تداول وإدارة النفايات الخطرة على نوعية النفاية ومدى خطورتها٠ وتتضمن المنظومة كافة مراحل التعامل مع النفايات الخطرة بدءا من تولدها ومرورا بنقلها وانتهاءً بمعالجتها وتصريفها٠

## تولد النفايات الخطرة

تتولد النفايات الخطرة بكميات محدودة للغاية في التجمعات السكنية، حيث يتولد أغلبها من بعض الصناعات ومعامل البحوث والمؤسسات الطبية٠ ويجب إجراء مسح تفصيلي لمختلف نوعيات وكميات ومصادر النفايات الخطرة وتحديد معدلات تولدها٠ ومن الأهمية بمكان أخذ الحيطة للحيلولة دون تسرب النفايات السائلة الخطرة في مواقع تولدها، حيث تكون تأثيراتها البيئية مدمرة.

## التخزين في موقع التولد

في حالة تولد كميات كبيرة من النفايات الخطرة تستخدم حاويات خاصة ذات سعات مناسبة للكميات المتولدة، تحفظ فيها النفايات بطريقة آمنة لحين تجميعها٠ ويجب أن تكون المادة المصنوعة منها الحاويات ملائمة لنوع النفاية الخطرة ولا تتفاعل معها، مثلما تبطن حاويات تخزين الأحماض المسببة لتآكل الفلزات بالزجاج٠ ومن الأهمية بمكان عدم تخزين نفايات خطرة قابلة للتفاعل مع بعضها البعض، فتكون مواد جديدة قد تكون أكثر خطورة من النفايات الأم٠ ويراعى كذلك عدم تصريف النفايات في نفس الموقع٠ وقد يجري التخزين في حفر سطحية ذات مواصفات خاصة، أو على هيئة أكوام في مناطق غير مأهولة بالسكان٠ وقد يجري تخزين بعض النفايات المشعة لفترات طويلة في مستودعات جيولوجية، عبارة عن كهوف محفورة على أعماق سحيقة في الأرض أو في قيعان المحيطات٠

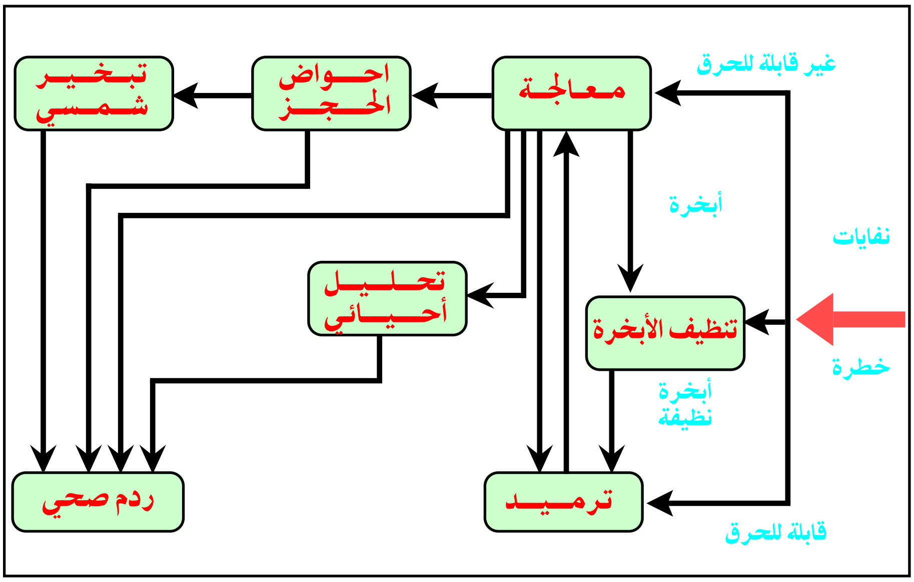
## تجميع ونقل النفايات الخطرة

في العادة يتم تجميع ونقل النفايات الخطرة إلى مرافق المعالجة والتصريف بواسطة مولدي تلك النوعية من النفايات أو بواسطة وكالات متخصصة. ويتم تحميل السيارات التي تحمل النفايات الخطرة داخل براميل محكمة الإغلاق، ولا يسمح، بأي حال من الأحوال، بملامسة النفايات الخطرة. وعند النقل لمسافات قصيرة تستخدم براميل محملة في شاحنات مستوية القاع، في حين يوصى باستخدام عربات صهاريج في السكك الحديدية للنقل إلى مسافات بعيدة.

## معالجة النفايات الخطرة

تهدف المعالجة إلى تغيير خصائص النفايات الخطرة بما يجعلها أقل خطورة، وتعالج النفايات لاسترداد المواد النافعة منها، وإعداد الباقي للتصريف النهائي. وتتوقف طريقة المعالجة على خصائص النفايات، وتتم بطرق فيزيائية أو كيميائية أو أحيائية. وتشمل الطرق الشائعة الترشيح والتحويل إلى مادة صلبة، والتحلل الأحيائي، ونزع الكلور، والتبخير، والدمج مع مواد أسمنتية والتثبيت الكيميائي. ويمكن أن تتم المعالجة في مواقع التولد أو خارجه. وفي أغلب الأحيان تجري معالجة النفايات الخطرة في حفر طبيعية ضحلة.

ويوضح شكل (٧) أن عمليات المعالجة تبدأ في أغلب الأحيان بتفريغ العبوات ووضع النفايات في أوعية تخزين منفصلة. وتوجه النفايات القابلة للحرق مباشرة إلى محارق الترميد، ويوجه الباقي إلى مرافق المعالجة، ثم تخضع النفايات لمعالجات، لمعادلة الأحماض أو ترسيب الفلزات الثقيلة، وتعرض للتبخير الشمسي.




شكل (٧) مراحل معالجة النفايات الخطرة

## تصريف النفايات الخطرة

يتم تصريف معظم النفايات الخطرة، بغض النظر عن كونها صلبة أو سائلة أو غازية، بطرق مختلفة، ما لم يلق بها في المحيطات· وتعتبر حفر الردم الصحي من أكثر طرق تصريف النفايات الخطرة شيوعا، وفيها توضع النفايات في حفر مبطنة· بيد أن هذه الطريقة غير مفيدة في حالة الكميات الكبيرة من النفايات الخطرة، خوفاً من تسربها إلى باطن الأرض وتلويث موارد المياه الجوفية، واحتمال حدوث تفاعلات غير مرغوبة، تؤدي إلى تكون غازات سامة أو انفجارات· ويجب أن تكون حفر الردم الصحي للنفايات الخطرة مستقلة تماماً عن الحفر المستخدمة للنفايات البلدية، وأن تكون خاضعة لنظام صارم للمراقبة والرصد البيئي·

وفى بعض الأحيان تصرف النفايات الخطرة، بعد المعالجة، بحقنها في آبار عميقة، وقد تحرث في التربة السطحية غير المزروعة· ويستخدم الترميد (التحويل إلى رماد ) لتصريف النفايات الخطرة مما يقلل من حجمها، لكنه لا يؤثر على محتواها من العناصر الثقيلة· ويمكن استرداد بعض المواد من النفايات الخطرة وإعادة استخدامها مثل استرداد الرصاص من البطاريات والفضة من كيماويات التصوير الضوئي·

# الفصل الخامس

## التلوث الإشـــعاعي

تتعرض النظم البيئية بما تحويه من كائنات حية وغير حية إلى أنواع متباينة من الإشعاع، بعضه ينطلق من مصادر موجودة طبيعيا في البيئة، والبعض الأخر من مصادر من صنع البشر· وتنحصر مصادر الإشعاع الطبيعي في الأشعة الكونية القادمة من الشمس ومن المجرات الأخرى، والإشعاعات المنبعثة من الأرض نتيجة لتفكك بعض السلاسل والنظائر المشعة الموجودة طبيعيا فيها، مثل سلسلتي اليورانيوم ٢٣٨ والثوريوم ٢٣٢ ونظيري البوتاسيوم ٤٠ والروبيديوم ٨٧٠ وتنحصر المصادر الصنعية للإشعاع في مصادر الإشعاعات المستخدمة في تشخيص وعلاج الأمراض كالأشعة السينية وإشعاعات غاما وغيرها، وفي تساقط الغبار الذري الناتج عن التفجيرات النووية، خاصة تلك التي تتم فوق سطح الأرض، والمواد المشعة المتسربة عن أنشطة دورة الوقود النووي، وخاصة من تشغيل المفاعلات النووية ومن معالجة وإعادة معالجة الوقود النووي، ومن مرافق النفايات المشعة، ومصادر أخرى مختلفة مثل أجهزة التليفزيون وشاشات الحاسبات الآلية وغيرها· وتختلف أنواع الإشعاعات التي يتعرض لها البشر من المصادر الطبيعية والصنعية، وتتضمن هذه الإشعاعات كلا من جسيمات ألفا وبيتا والأشعة السينية وإشعاعات غاما والنيوترونات وغيرها، ويطلق عليها جميعا صفة الإشعاعات المؤينة. وتعرض هذه الإشعاعات أجسام الكائنات الحية وغير الحية لجرعات إشعاعية متفاوتة، تمثل بعض المخاطر على هذه الكائنات بما فيها الإنسان· ويوضح جدول (٢) أن أغلب ما تتعرض له البيئة من الإشعاع يأتي من المصادر الطبيعية (٦٦,٧٪)، في حين لا يتجاوز التعرض الإشعاعي من المصادر الصنعية (٣٣,٣٪)، وتحدث غالبيته العظمى من التطبيقات الطبية للإشعاع والمواد المشعة·

ولكل نوع من الإشعاعات المؤينة تأثيره السلبي على الكائنات الحية، حيث أنها تنبعث حاملة معها كميات مختلفة من الطاقة، وتتميز بقدرات متباينة على النفاذ داخل

الخلايا الحية٠ فعلى سبيل المثال، لا يمكن لجسيمات ألفا كبيرة الكتلة أن تخترق الطبقات السطحية من الجلد الميت، وبالتالي فلا خطورة منها طالما لم تدخل النظائر المشعة التي تطلق هذه الجسيمات إلى داخل الجسم من خلال التنفس أو الطعام أو الجروح، إلا أن جسيمات ألفا تمثل أكبر المخاطر عند دخول المواد التي تصدرها داخل الجسم٠ ومن ناحية أخرى تكون أشعة بيتا أكثر قدرة على النفاذ داخل الخلايا الحية، ويمكن أن تصل إلى عمق حوالي ١ سنتيمتر تحت الجلد٠

| مصدر الإشعاع | معدل الجرعة (مللي رم/عام) | الإسهام النسبي ٪ |
|---|---|---|
| مصادر طبيعية<br>أشعة كونية | ٤٠ | ١١,١ |
| إشعاعات غاما من التربة | ٤٨ | ١٣,٣ |
| غاز الرادون | ١٢٠ | ٣٣,٣ |
| مياه وطعام ومصادر أخرى | ٣٢ | ٨,٩ |
| مجموع المصادر الطبيعية | ٢٤٠ | ٦٦,٧ |
| مصادر صناعية<br>التطبيقات الطبية (تشخيص وعلاج) | ١٠٢ | ٢٨,٣ |
| تساقط نووي | ٧ | ١,٩ |
| النفايات المشعة | ٢ | ٠,٥٦ |
| السكن قرب محطة نووية | ٥ | ١,٣٩ |
| مصادر أخرى | ٤ | ١,١ |
| مجموع المصادر الصناعية | ١٢٠ | ٣٣,٣ |
| الإجمـــــــالي | ٣٦٠ | ١٠٠ |

جدول (٢) مصادر وجرعات التعرض الإشعاعي

وتستطيع إشعاعات غاما، التي تتحرك بسرعة الضوء، اختراق الخلايا الحية بيسر لأعماق كبيرة للغاية٠

ومن المعروف أن أغلب الإشعاعات الكونية تأتي إلى الكرة الأرضية من الفضاء السحيق ومن الشمس٠ غير أن مستويات التعرض الإشعاعي ليست متساوية في كل البقاع، فقد أكدت البحوث العلمية أن القطبين الشمالي والجنوبي يتلقيان من الإشعاع أكبر مما تتلقاه المناطق المتاخمة لخط الاستواء بحوالي الضعف، وذلك بسبب المجال المغنطيسي المحيط بالأرض٠ كذلك تزيد جرعات التعرض من الأشعة الكونية زيادة سريعة كلما زاد الارتفاع عن سطح الأرض، الأمر الذي يعرض الطيارين وأطقم الطائرات والمسافرين جوا لجرعات إشعاعية محسوسة٠ وكما ذكر تنبعث الإشعاعات الأرضية بصفة رئيسة من سلسلتين مشعتين هما اليورانيوم ٢٣٨ والثوريوم ٢٣٢ ومن نظيرين رئيسين هما البوتاسيوم ٤٠ والروبيديوم ٧٨ ويتفاوت مقدار الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الناس تفاوتا كبيرا تبعا لنوعية المهن التي يمارسونها، وطبيعة الأرض التي يعيشون عليها ومستوى ارتفاعها فوق سطح البحر، ونوع المساكن التي يعيشون فيها، وأخيرا تبعا لنمط المعيشة التي يعيشونها٠

وفي الوقت الحالي يعتبر مجال تشخيص وعلاج الأمراض بالإشعاع أكبر المصادر، على الإطلاق، التي يتعرض لها الناس من المصادر الصنعية٠ وتتباين جرعات التعرض من جرعات صغيرة حتى جرعات كبيرة إلا أن الأشعة السينية التشخيصية تمثل أكبر المخاطر على الإطلاق بالمقارنة بباقي التطبيقات الطبية، بما فيها علاج مرضى السرطان بالإشعاع٠

ويؤكد العلماء أن كافة الناس قد تعرضوا خلال الخمسين عاما الماضية إلى جرعات من إشعاع التساقط النووي الناتج عن تفجيرات الأسلحة النووية وعن أنشطة دورة الوقود النووي٠ وتمثل مرافق دورة الوقود النووي، بين مصادر الإشعاع الصنعية، من حيث تأثيراتها على البشر مخاطر محدودة (جدول ٢)٠ فقد انتشرت تلك المرافق مؤخرا في كثير من الدول وتعدت ٤٣٥ مرفقا في أكثر من ٢٦ دولة، وإن كانت مازالت محدودة للغاية في الدول العربية٠ وتمثل النفايات المتولدة عن تلك

المرافق إحدى مشكلات التلوث البيئي في عالمنا المعاصر٠ وتتعرض مرافق توليد الطاقة النووية لمخاطر الحوادث المفاجئة، فقد سجل أكثر من ٢٨٤ حادث عرضي في تلك المرافق فيما بين عامي ١٩٤٤ و ١٩٨٧ ، تأثر بها ١٣٥٨ نسمة، توفى منهم ٥٣ نسمة٠ وقد وقعت معظم تلك الحوادث بسبب عدم الالتزام بقواعد التداول الآمن للمواد المشعة٠ وهناك مصادر صناعية أخرى للإشعاع، لا ينبغي إهمالها رغم أنها أقل خطرا من غيرها، مثل الساعات المضيئة وبعض فرش إزالة الصدأ وعدسات النظارات الطبية وأجهزة التليفزيون والحاسب الآلي، وكواشف الدخان وغيرها٠

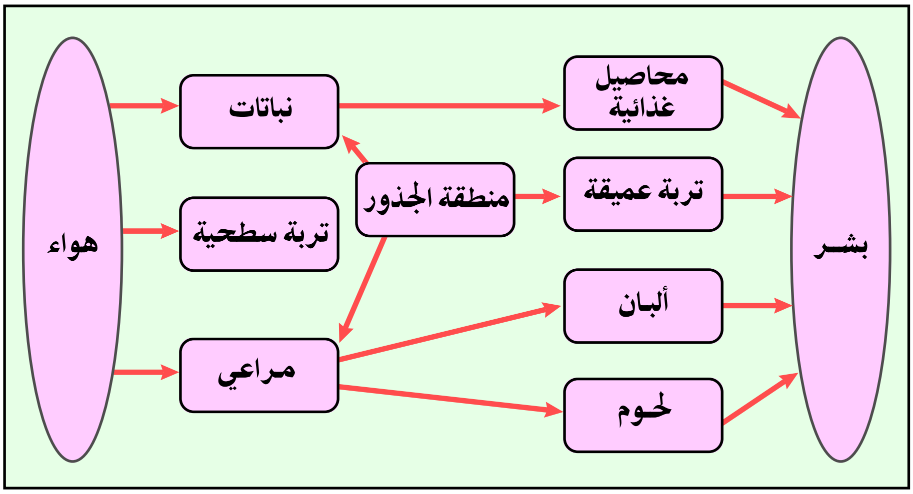
ويضر الإشعاع بالخلايا الحية بدءا من الجرعات الصغيرة. ويتعاظم احتمال الضرر مع الجرعات الكبيرة التي تنشط سلسلة من التفاعلات، يمكن أن تؤدي إلى السرطان القاتل والتشوهات الوراثية٠

وفى العادة تكون النباتات والحيوانات البرية أول الكائنات الحية التي تتعرض للتلوث بالمواد المشعة في النظم البيئة الطبيعية، ويمكن أن يصل هذا التلوث عبر السلسلة الغذائية أو مع هواء التنفس إلى الإنسان مباشرة أو إلى النبات والحيوان ومنه إلى الإنسان٠ لذلك يتحتم عدم تناول أية نباتات أو لحوم قبل غسلها جيدا، لإزالة المواد المشعة منها أو قبل التأكد من خلوها من هذا التلوث٠

## الفصل السادس

# التلوث بالكيماويات الزراعية

تسبب سعي الناس الدؤوب لتحقيق كفايتهم من الطعام في الاستخدام غير الرشيد للكيماويات الزراعية، مما أدى إلى العديد من مشكلات تلوث التربة والمياه والغذاء ( شكل ٨) ويتوفر في الأسواق العالمية الآن نوعيات كثيرة من الكيماويات الزراعية التي تضاف بلا ضابط ولا رابط لكافة المحاصيل الحقلية والبستانية، بيد أن أهمها على الإطلاق هي مبيدات الآفات والأسمدة المعدنية . ونتج عن ذلك ظهور نظم جديدة للزراعة، تعرف بالزراعة النظيفة، لا تستخدم فيها الكيماويات الزراعية وينتج منها غذاء صحي خال من متبقيات الكيماويات الزراعية ومتوازن في محتواه من العناصر الغذائية .




شكل (٨) مسار الملوثات في النظم البيئية الزراعية

## مبيدات الآفات

يقدر العلماء أن هناك ما بين ٨٠-١٠٠ ألف مرض يصيب النباتات، تنشأ عن الميكروبات المختلفة، وأن هناك قرابة ١٨٠٠ صنف من الحشائش التي تسبب أضرارا

اقـتصـادية لـلإنتـاج الـزراعي، وأن هناك نحـو ١٠٠ ألف حـشـرة تهـاجم النبـاتات وتمرضـها٠ وعندما تترك تلك الآفات في الحقول بلا مكافحة، فإنهـا تستهلك نحو ثلث الإنتـاج الزراعي العـالمي، وهذا أمـر لا يمكن قـبـوله في عـالم يكتظ بالجـيـاع٠ ومن هذا المنطلق بدأ الناس يبحثـون عن مبيدات تقاوم تلك الآفـات وتقلل من تأثيرها الضار على الإنتاج الزراعي٠

وتستـخدم مـبيدات الآفـات في عدة مـجالات، أهمهـا على الإطلاق القطاع الزراعي الذي يستهلك نحو ٦٨٪ من مـجمل الإنتاج العالمي٠ كما تستخدم مـبيدات الآفات أيضـا في رعاية الحـيوانات وتنظيف المستـشفيـات، وكمواد حـافظة للأخشاب، وفى مكافـحة قـواقع البلهـارسـيـا والحشـرات المنزلـية والحـشـرات الناقلة للأمـراض، مـثل بعـوضـة الملاريا وبرغوث الطاعـون وقمل التيـفوس وذباب مرض النوم٠ وتشـير الإحصـائيات أن ٧٥٠ مليون نسمة يعانون كل عام من أمراض البلهارسيا والملاريا والعمى وغيرها، وأن استخدام مبيدات الحشرات أنقذ ملايين البشر من تلك الأمراض٠

وفى الوقت الحـالي تشكل مـبـيـدات الآفات نحـو ثلث الإنتـاج العـالمي للكيمـاويات الزراعـيـة، رغم تاريخـهـا المشـين في إتلاف البيـئـة وإيذاء البـشـر٠ وتتـفـاوت الكمـيـات المستـهلكة منها في الدول المختلفة، حيث تتجـه معدلات الاسـتهلاك إلى الانخـفاض في الدول الصناعية الكبيرة، في حين تتنامى في الدول النامية التي تستهلك نحو ٦٢٪ من مجمل الإنتاج العالمي٠

وبالطبع يسـتحيل مكافحـة الآفـات في الحقـول الزراعيـة بإضافـة المبيدات عليهـا مباشـرة، بل يتحتم رش غطاء واقي فوق المزروعـات يضمن تعرض الآفة لفـعل المبيد٠ ومن المعروف أن ٩٠٪ من مـبيدات الآفات المضـافة للحقل لا تصل إلى هدفهـا المنشود، بل تنتشر في البيئة الزراعية ملوثة المياه السطحية والجوفية والتربة والغذاء، وتضر بالحـيـاة الفطرية ومـصـايد الأسمـاك٠ وتتـعـاظم تلك التـأثيـرات عندمـا ترش مبـيـدات الآفات باسـتخدام الطائرات٠ وهناك من مبيـدات الآفات مـا يستطيع البقـاء في البيـئة، مقاوماً للتحلل، لفترات ممتدة، ويتسرب داخل الكائنات الحية غير المستهدفة مسببا لها العديد من المشكلات الصحية٠ وقد تتحلل بعض مبيدات الآفات في البيئة الزراعية إلى

مركبات أخرى أشد فتكا من المركب الأم٠ وفى الوقت الراهن، يسعى كثير من العلماء إلى تشييد مبيدات جديدة للآفات تتحلل في البيئة الزراعية إلى مواد غير ضارة بعد أن تؤدي دورها في مكافحة الآفة المستهدفة٠

وتصل معظم مبيدات الآفات إلى جسم الإنسان عن طريق الطعام والشراب، حيث يمكن أن يزداد تركيز المبيد خلال مروره بالسلسلة الغذائية٠ فإذا ما تناولت الأسماك طعامها من مياه ملوثة بمبيدات الآفات، يزداد تركيز بعض المبيدات في أجسامها عن تركيزها في الطعام الذي تناولته٠ وعندما يتغذى الإنسان على تلك الأسماك الملوثة قد يزداد تركيز المبيدات في جسمه عن تركيزها في خلايا الأسماك التي تناولها٠ وقد يصل تركيز مبيدات الآفات إلى مستويات السمية في كثير من الأحيان٠ وقد أكدت العديد من البحوث ذلك الأمر، عندما تبين على سبيل المثال، أن لبن ١٤٣٦ من الأمهات في إحدى المدن الساحلية يحتوى بنسب مختلفة على مبيدات الآفات، بسبب كثرة تناولهن للأسماك والروبيان التي تعيش في مياه ملوثة٠

ومعظم التأثيرات الصحية لمبيدات الآفات حادة، حتى ولو كان التعرض لها لمرة واحدة أو لمرات قليلة متباعدة بطريقة مقصودة أو غير مقصودة٠ وقد تتطور تلك التأثيرات إلى تأثيرات مزمنة تؤدي في النهاية إلى الإصابة بمرض السرطان والأمراض العصبية والوراثية والإجهاض، وضعف الذاكرة، وضعف القدرة على التركيز واهتزاز الرؤية٠ وتشير تقارير منظمة الصحة العالمية إلى أن أكثر من مليون نسمة يصابون، كل عام، بالتسمم من مبيدات الآفات، ويتوفى منهم ما بين ٣–٢٠ ألف نسمة٠ وتلك هي البيانات الرسمية التي لا تعبر عن الواقع، لأنه من الراسخ أن معظم حالات التسمم لا تسجل بسبب قصور الموارد وصعوبة تمييز أعراض التسمم بالمبيدات٠

ومع تطبيق أساليب التكثيف الزراعي تكونت نظم بيئية جديدة مناسبة لانتشار نوعيات جديدة من الآفات الزراعية لم تكن معروفة من قبل، وأصبح على الإنسان أن يواجه تلك الأعداد الهائلة والمتنوعة من الآفات درءا لشرها٠ غير أن الآفات، بصفة عامة، والحشرات منها بصفة خاصة، أظهرت في الفترة الأخيرة تمردا ضد المبيدات،

وأصبحت هذه الحشرات لا تستسلم لها بنفس السهولة التي كانت تبديه أجدادها، بل أعادت تركيبها الوراثي على هيئة طفرات جديدة مقاومة لفعل المبيدات ٠ وأسقط في يد العلماء، واحتدم الصراع بينهم وبين الآفات ودخل مرحلة جديدة تتسم بالشراسة، حين سارعوا إلى تعديل وتطوير تركيب مبيدات الآفات بما يجعلها أشد فتكا بالعشائر الوليدة من الآفات وأطول مكوثا وثباتا في البيئة ٠

ومع تواصل البحوث العلمية لتشييد مبيدات جديدة للآفات تتسم بقدرات فائقة في إهلاك الآفة، تعالى صراخ علماء البيئة، حول أن الإنسان يفسد البيئة ٠ وتتابع عقد المؤتمرات واللقاءات التي تناقش قضية الإنسان والبيئة والمبيدات ٠ وتحولت القضية إلى مناظرة وحوار ساخن بين فريقين، فريق ينادى بمنع استخدام المبيدات حماية للبيئة وصونا للحياة، وفريق ينادى باستخدامها إنقاذا للإنسان من الأمراض الفتاكة وضمانا لإنتاج كفايته من الغذاء والكساء ٠ وللأسف لم ينته الحوار إلى رأى قاطع، وأصبحت الأمور مشوشة في انتظار مخرج يرضي الطرفين ٠ وبات مؤكدا للجميع أن تراكم مبيدات الآفات في البيئة له مخاطر متعددة، وأن اجتثاث تلك المخاطر كلية يعتبر ضربا من الخيال، وكل ما في وسعنا هو أن نقلل بدرجة ما من تلك التأثيرات الضارة ٠ ويتحتم الموازنة بين منافع ومضار المبيدات في إطار جدوى اقتصادية وفنية، تحسم الأمر وتمهد السبيل أمام قرار حكيم، ييسر وضع سياسة رشيدة تكفل حماية البيئة من تلك السموم ٠

وهناك أكثر من محور يمكن الاستناد إليه في وضع سياسة رشيدة لاستخدام مبيدات الآفات ٠ ففي المقام الأول علينا جمع المعلومات الدقيقة عن حجم المشكلة، وتدريب وتوعية المتعاملين على الأسلوب السليم لتداول تلك المركبات، وسن التشريعات البيئية التي تكفل تحقيق ذلك، والبحث عن سبل آمنة جديدة لمكافحة الآفات الزراعية ٠

## الأسمدة الكيميائية

تحتل الأسمدة الكيميائية بكافة أنواعها المرتبة الثانية بين الكيماويات الزراعية التي يؤدي سوء استخدامها إلى تلوث البيئة الزراعية ٠ وقد تزايدت معدلات استخدام

الأسمدة الكيماوية في الآونة الأخيرة مع التوسع في تطبيق برامج التكثيف الزراعي، ونشر السلالات المهندسة وراثيا٠ وتشير تقارير منظمة الأغذية والزراعة إلى أن الدول المتقدمة، وخاصة اليابان ودول غرب أوروبا، تستهلك ما يزيد على ستة أضعاف الأسمدة الكيماوية التي تستهلكها الدول النامية ٠

وهناك ثلاثة أنواع رئيسة من الأسمدة الكيماوية، هي الأسمدة النتروجينية والفوسفاتية والبوتاسية، إلى جانب مجموعة رابعة شاع استخدامها مؤخرا وهي أسمدة العناصر الصغرى٠ ولا تكاد تخلو تلك المخصبات الكيميائية من الشوائب الملوثة التي تتراكم في البيئة، ولا سيما عند استخدامها بمعدلات فائقة٠ وفي أغلب الأحيان، تكون تلك الملوثات على هيئة عناصر ثقيلة تجد طريقها إلى السلسلة الغذائية من خلال النباتات٠

وتتسبب الإضافات المتكررة للأسمدة الكيميائية إلى تراكم الملوثات في التربة ومنها تنتقل إلى موارد المياه الجوفية والسطحية مع مياه الري والمطر٠ وفي أغلب الدول العربية يضيف المزارعون، تقليديا، ما بين ضعف إلى ثلاثة أضعاف كمية المخصبات التي تحتاجها النباتات، وفي أغلب الأحيان، تكون الإضافات بطريقة غير سليمة وفي توقيت غير مناسب٠

ويعتبر عنصر النتروجين، أهم عنصر في تغذية النبات، أكبر ملوث للبيئة٠ ومن هنا، يجب توخي غاية الحذر عند تسميد المحاصيل بالأسمدة النتروجينية، لأن المعدلات العالية التي تزيد عن استهلاك النبات تسري داخل النظام البيئي وتلوثه٠ وتحتوي معظم الأسمدة المعدنية على عناصر ملوثة للبيئة٠ فعلى سبيل المثال يحتوي سماد نترات الأمونيوم على كميات محسوسة من عنصر البورون، ويحتوي سماد اليوريا على البيوريت، ويحتوي سماد كبريتات النشادر على عناصر النحاس والزنك والرصاص والكادميوم، كما يحتوي سماد السوبر فوسفات على تركيز مرتفع من عنصر الكادميوم٠

وبصفة عامة تحتل العناصر الثقيلة، مثل الرصاص والنحاس والكادميوم والزنك والكروم والمنجنيز والنيكل والحديد والزئبق، مكان الصدارة بين الملوثات الموجودة في الأسمدة الكيميائية، وتعتبر أهم ما يصل إلى التربة من ملوثات، وهى عادة ما تتراكم

في التـربة لقلة ذوبانهـا٠ وقـد يمتص النبـات منهـا كمـيات تكفي للإضـرار بالناس والحـيوانات٠ ومن ناحـية أخـرى، يحـتاج النبـات في نموه إلى مـجمـوعة من العناصـر تعـرف بالعنـاصـر الصـغـرى التي يحـتـاجـهـا بكمـيات بسـيطة ومـنهـا الحـديد والزنك والنحـاس والمنجنيز٠ لذا، يجب إمداد النبات بتلك العناصـر حتى يسـتطيع إتمام دورة حيـاته، بشرط أن يكون ذلك بكمـيات محـسوبة بدقـة، بحيث لا تلوث البـيئة الزراعـية٠ وبصـفـة عامة لا تـتوفر حـتى الآن تقنيات مجـدية اقتـصاديا في التصـدي لمشكلة تلوث التربة بالكيماويات الزراعية٠

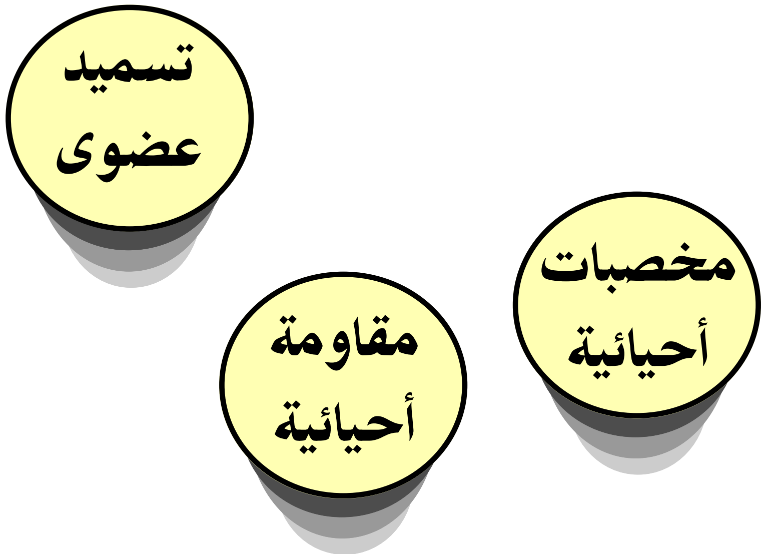
## نظم الزراعة النظيفة

في غضـون العقود القليلة الماضـية ظهرت بارقة أمل في نظم جديدة للزراعة تعـرف بالزراعـة النظيفـة، يقل فـيهـا بدرجة كـبـيرة اسـتخـدام الكيمـاويات الزراعـية، وتسـتند بصـفة رئيسـة على التناغم مع البيئة وتسخـير الميكروبات لتوفير بيئة مـناسـبة للإنتاج الزراعي٠ وتتضـمن تلك النظم ثلاثة محـاور رئيسـة، هي تكمير النفايات العـضـوية إلى أسـمـدة صناعية وتدويرها في البـيئة الزراعـية، وتخصـيب التربة بالميكروبات المفـيدة، وتطبيق نظم المكافحة الأحيائية للآفات ( شكل ٩ )٠

والتربة هي العـنصـر الأسـاسـي في الإنتـاج الزراعي طالما توفرت مـياه الري، وهـي المهد الذي يسـتقبل البـذرة الصـالحـة ويوفـر لهـا متطلبـاتها حتى تغل مـحصـولا وفـيرا٠ وتتكون التـربة من أربعـة مكونات رئـيسـة: هـي المواد المعـدنيـة والمواد العـضـوية والماء والهـواء٠ وفـي الظروف المثـاليـة، تحـتـوي التـربة على ٢٥٪ مـيـاه و٢٥٪ هواء و٤٥٪ مواد معدنية و ٥٪ مـواد عضـوية٠ وتتدرج المواد المعدنية حسب أحـجامها بين الحصـى والرمل الخشـن والناعم والسـلت حتى الطين، في حين تتدرج المواد العـضـوية بين المواد العضـوية غير المتـحللة والدبال كامل التحلل٠ ويعـتبر المكون الغـروي ( الحبيبات التي يقل قطرها عن ٢ ميكرون وهو يسـاوي واحد على ألف من المليمتر ) هو المؤثر الرئيس في نشـاط التربة، ويتكون من الطين والدبال والميكروبات٠

وتهـتم نظم الـزراعـة النظيـفـة بدعم المكون الغـروي في الـتـربة، من خـلال تكمـيـر

النفايات العضوية من مخلفات الإنتاج الزراعي النباتي والحيواني وتحويلها إلى أسمدة عضوية تضاف للتربة بدلاً من الأسمدة الكيميائية، وتمد النباتات النامية بمتطلباتها من الطاقة والعناصر الغذائية، وفي نفس الوقت تحسن من صفات التربة مما ينعكس كما ونوعا على إنتاجها من الحاصلات الزراعية٠




شكل (٩) المكونات الرئيسة لنظم الزراعة النظيفة

وقد يبدو لأول وهلة أن التربة مجرد خليط من المواد المعدنية والعضوية، يسبح في محلول مائي تتخلله بعض الغازات٠ بيد أن تلك الصورة لا تعبر عن الواقع٠ فالتربة بيئة تعيش فيها ملايين متنوعة من الكائنات الحية، ويجري بها العديد من التفاعلات الأحيائية المسؤولة عن إتمام دورات العناصر في الكون٠ وتعتبر الميكروبات من أهم الكائنات الحية التي تقطن التربة، حيث يحتوي الجرام الواحد منها على ما بين عدة ملايين إلى عدة بلايين من الميكروبات٠ وتقوم عشيرة الميكروبات بأدوار هامة في خصوبة التربة وتغذية النبات٠ وقد بدأ العلماء مؤخرا في عزل الميكروبات المفيدة لتخصيب التربة واستخدامها على هيئة مخصبات أحيائية في إطار

النظم الزراعية النظيفة، مما يقلل، بدرجة محسوسة، المعدلات العالية التي تستخدم حاليا من الأسمدة المعدنية٠

ويتضمن المحور الثالث في نظم الزراعة النظيفة الاستفادة من علاقات التضاد بين الكائنات الحية في المكافحة الأحيائية للآفات الزراعية٠ فعلى سبيل المثال، تستخدم حشرة أبو العيد في مكافحة آفة المن، وتستخدم أنواع مختلفة من الميكروبات لمكافحة الحشرات٠ وقد نجحت تلك الأساليب المتنوعة مع غيرها في الحد من استخدام مبيدات الآفات على المستوى العالمي بدرجة واضحة٠ بيد أن الطريق مازال طويلا، وما زلنا ننتظر المزيد من الإنجازات التقنية للعلماء في هذا المجال٠

## الفصل السابع

# التلوث بالضوضـــاء

الضوضـاء هي الصوت غير المرغوب الذي يسـمعه الإنسـان في الشارع أو المنزل أو مكان العمل أو أي مكان أخر٠ وقد تضرر الإنسان من الضـوضـاء منذ أمد بعيد. فقد جاء في النقوش على جدران مـعابد قدماء المصريين ما ينبـذ الضـوضـاء، ويطلب الـهدوء والسكينة٠ وقد استخدمت الضـوضـاء كأداة موجعة لتنفيذ أحكام الإعدام في المجرمين إبان القرن الثالث قـبل الميلاد٠ وعلى مر الزمن حرمت كـثير من الدول أعمـال الحرفيين الذين يتسببون في إزعاج الناس في المناطق الأهلة بالسكان٠

ويتوقف تأثير الضـوضـاء على حالة المتلقي، ومدى رغبته في الاستمتاع بالـهدوء٠ ففي حين يقـبل بعض الشبـاب على الاسـتمتاع بالموسـيقى الصـاخبة ويـجدون في ذلك متعة كـبيرة، يبغضـها البـعض الأخر ويرى فيها مصدرا لـلإزعاج٠ غير أن هناك بعض الأصـوات التي لا يرتاح إلى سـماعـها الـغالبـية الـعظمى من الناس مـثل ضـجـيج المرور والطائرات وأصوات المعدات في المصانع وورش الحرفيين٠

ويسـتطيع الناس تمييـز الأصوات بدرجـات مـخـتلفة تتوقف على مـقـدار ترددها (عدد الذبذبـات في الثانية ) مـقدرا بوحـدة الهيرتـز٠ ويمكن للأذن البشريـة أن تسمع، بوضـوح تام، الأصـوات ذات الترددات الواقـعـة بـين ٢٠ – ١٦٠٠٠ هيـرتز٠ وتتـوقف حـدة السمع على عدة عوامل: أهمـها عـمـر الإنسـان وحـالته الصـحيـة ومسـتوى شـدة الصوت ( يقاس مـستوى شدة الصوت بوحـدات ديسيبل ) ومدى استـمرارية الصـوت أو لحظيتـه٠ وتقل حسـاسـية الأذن لـلأصوات ذات الترددات التي تقل عـن ٤٠٠ هيرتز والتي تزيد على ٦٠٠٠ هيرتز٠

وتشـير نتـائج البحـوث العلميـة إلى أن أقصى حـد لشدة الصـوت يجب ألا يتـعدى خلال النهار ٤٥ وحـدة ديسيبل خارج المنشآت والمناطق السكنية و ٦٠ وحـدة ديسيبل حول مناطق تقـديم الخدمات، وألا يتعـدى خلال الليل ٥٠ وحدة ديسيـبل حول المناطق السكنية والمناطق الصناعية و٥٣ وحدة ديسيبل حول المستشفيات٠

## مستويات الضوضـاء

يتفاوت مستوى الضوضاء المنبعثة من مختلف المصادر تفاوتا كبيرا٠ فعلى سبيل المثال تصل شدة الضوضاء المنبعثة من الدراجة البخارية إلى ١١٠ وحدة ديسيبل، ومن الجرار الزراعي إلى ٩٨ وحدة ديسيبل، ومن الخلاط الكبير إلى ٩٣ وحدة ديسيبل، ومن المكنسة الكهربائية إلى ٧٠ وحدة ديسيبل، ومن السيارة إلى ٦٠ وحدة ديسيبل، ومن الحديث الهامس إلى ٢٠ وحدة ديسيبل، ومن حفيف الأشجار إلى ١٠ وحدات ديسيبل٠

وتصدر عن آلات التنبيه في المركبات ضوضاء تصل شدتها إلى حوالي ٩٠ وحدة ديسيبل على بعد ٨ أمتار٠ وهناك أيضا الضوضاء الصادرة عن أنابيب العادم، وتقدر بحوالي ١٠٠ وحدة ديسيبل على بعد نصف المتر، ناهيك عن الضوضاء المنبعثة من مراوح التبريد والمصاحبة لاستخدام الكوابح٠ ويعتبر القطار وعربات الترام والمترو من أكثر أنواع المركبات المولدة للضوضاء التي تقدر شدتها بنحو ٨٠ وحدة ديسيبل عند مركز العربة التي تسير بسرعة ١٢٠ كيلومتراً في الساعة٠ وعلى جانبي الطرق السريعة تصل شدة الضوضاء إلى ١٠٠ وحدة ديسيبل٠

وتستطيع الأذن البشرية أن تتحمل الضوضاء حتى مستوى ١٢٠ وحدة ديسيبل، يتحول الإحساس بالضوضاء بعدها إلى ألم في الأذن، كما في حالة سماع طلقة مسدس ( ١٧٥ وحدة ديسيبل ) وصوت المدفع ( ١٨٠ وحدة ديسيبل ) وأزيز الطائرة النفاثة ( ١٥٠ وحدة ديسيبل)٠ وقد اختلفت الآراء حول تأثير الموسيقى الصاخبة، ويرى كثير من العلماء أن الموسيقى بمستوى ضوضاء ١١٠ وحدة ديسيبل تؤدي إلى نقص مؤقت في السمع، في حين يرى البعض الآخر أن الاستماع إلى الموسيقى الصاخبة لمدة ساعة ونصف الساعة ينقص السمع بنحو ١٥ وحدة ديسيبل ويزداد النقص بزيادة فترة الاستماع٠

## التأثيرات الصحية للضوضاء

تؤدي الضوضاء، إلى جانب تأثيراتها المباشرة على الأذن ومستوى السمع، إلى أضرار أخرى غير مباشرة لا تقل خطورة: منها الشعور بالقلق والتوتر العصبي وفقدان القدرة على النوم الهادئ لفترة كافية. وتنعكس تلك التأثيرات على فقد القدرة على التركيز، وعدم التمكن من التمييز بين الأصوات المختلفة، ومن أهمها أصوات التحذير في أماكن العمل. ويصاحب الانزعاج من الضوضاء تعذر الحديث بين المتعرضين مما قد ينعكس على تصرفاتهم.

ويرتبط مستوى الضرر العضوي والنفسي والعصبي بشدة الصوت وتردده ومدى انتظامه والقدرة على قبوله والتعايش معه، إلى جانب بعض العوامل الأخرى مثل العمر والحالة الصحية. ومع طول فترات التعرض للضوضاء يتحول الشعور بالقلق إلى حالة من الإجهاد تظهر أعراضها في سرعة معدل التنفس وسرعة التمثيل الغذائي والشد العضلي وارتفاع ضغط الدم واضطراب نبضات القلب ونشوء القرح في الجهاز الهضمي.

وتتدرج مؤشرات ومقاييس تأثر الناس بالضوضاء في ثلاث مراحل، تبدأ بشكوى المتعرض من بعض الأعراض العضوية والنفسية، وتمر بظهور اضطرابات في مختلف أعضاء جسمه ولا سيما السمع، وتنتهي بانخفاض إنتاجيته ومستوى كفاءته. وقد أظهرت نتائج إحدى الدراسات الميدانية على عينة من العمال، المتعرضين وغير المتعرضين للضوضاء، أن نسبة ظهور الأعراض وحوادث العمل بين المتعرضين للضوضاء كانت ضعف نسبتها بين غير المتعرضين، وتسببت الضوضاء في ٦٢٪ من حوادث العمل، وكانت الأيام المفقودة نتيجة حوادث الضوضاء ثلاثة أضعاف تلك المفقودة من الحوادث الأخرى، وبلغ انخفاض معدل الإنتاجية ١٤٪ بين العمال المتعرضين للضوضاء.

وفى دراسة أجريت عن تأثير الضوضاء على رجال المرور وسائقي مركبات النقل العام والموسيقيين وضباط المراقبة الجوية في المطارات، تبين أن ٦٢٪ من العاملين في المطارات و١٤٪ من الموسيقيين و٦,٨٪ من رجال المرور و ٨٪ من

السائقين مصابون بعلامات مميزة لفقد السمع ارتبطت طردا مع طول فترة التعرض للضوضاء٠ وأكدت النتائج وجود علاقة بين مستوى ضغط الدم الانقباضي والانبساطي وبين العمر وزمن التعرض للضوضاء ومستوى فقد السمع٠ وكانت حالات الإصابة بارتفاع ضغط الدم في مدى ١٨٪ بين السائقين و ١٣٪ بين العاملين في المطارات و١٠٪ بين الموسيقيين و ٩,٥٪ بين رجال المرور٠ وتشير النتائج إلى علاقة مطردة بين ارتفاع ضغط الدم وطول فترة الخدمة، تمثلت في ٦٪ بين من تقل فترة خدمتهم عن ست سنوات، و٢٠٪ بين من تتراوح فترة خدمتهم بين ١٠ – ٢٥ سنة، و٥٠٪ بين من تزيد فترة خدمتهم على ذلك٠

وطبقا لارتفاع مستوى الضوضاء، يقسم العلماء تأثيراتها على الإنسان في أربع مجموعات تشمل التأثيرات النفسية والعصبية، وضعف السمع، والتأثيرات العضوية٠ وتظهر التأثيرات النفسية عندما يكون مستوى الضوضاء عند حوالي ٣٠ وحدة ديسيبل، وتختلف حدتها باختلاف نوع الصوت ونوعية المعلومات الواردة به٠ وعندما تتجاوز شدة الصوت ٥٦ وحدة ديسيبل تظهر التأثيرات العصبية، وقد يمتد الضرر إلى الحالة الصحية٠ وتتعرض الأذن الداخلية للضرر عند التعرض لمستوى ضوضاء أكثر من ٩٠ وحدة ديسيبل، وفي بعض الحالات يصاب المتعرض بصمم كلي، وهو من الأمراض المستعصية التي يصعب علاجها٠ ومع ارتفاع مستوى الضوضاء لأكثر من ١٢٠ وحدة ديسيبل تظهر الأعراض العضوية مثل الأرق وعدم القدرة على النوم والإجهاد وتدني التركيز الذهني والصداع والرغبة في التقيؤ وصعوبة التحدث والخدر وضعف السمع اللحظي وفقد السمع والصمم الكلي وزيادة معدل نبضات القلب وانقباض العضلات والإضرار بالجنين في بطن أمه وزيادة الضغط الداخلي للجمجمة٠

وهناك من الشواهد ما يؤكد أن الضوضاء تتلف الخلايا الشعرية المجهرية التي تنقل الصوت من الأذن إلى المخ٠ وقد يتسبب انفجار مفاجيء فى تلف الآلاف من تلك الخلايا في لحظة واحدة مما يسبب الصمم غير القابل للعلاج٠ وتشير نتائج البحوث الحديثة إلى وجود علاقة مؤكدة بين زيادة الضوضاء وارتفاع نسبة الإصابة بأمراض

القلب الناشئة عن تصلب الشرايين التاجية، والتي يشيع ظهورها حاليا على هيئة جلطة القلب والسكتة القلبية٠ ومن المعروف أن مكونات الدم تتعرض لكثير من التغيرات الفيزيائية والكيميائية في الأشخاص الذين يعانون من التوتر العصبي ٠ وتشمل تلك التغيرات زيادة نسبة الدهون والكوليسترول والأنسولين، وزيادة إفراز هرمون الأدرينالين ومشتقاته والهرمون المنشط لإفراز هرمون الكورتيزون، وزيادة قابلية الصفائح الدموية للالتصاق ببعضها البعض مكونة جلطة، ونقص قدرة كرات الدم الحمراء على نقل الأكسجين نتيجة للتغيرات في مستوى حموضة الدم، ونقص تركيز عنصر البوتاسيوم في عضلة القلب بسبب زيادة إفراز هرمون الكورتيزون٠ وتؤدي تلك التغيرات إلى ارتفاع ضغط الدم ونبضات القلب، مما ينعكس على زيادة احتمالات تصلب الشرايين التاجية وجلطة القلب والسكتة القلبية٠

## أساليب مكافحة الضوضاء

تستند أساليب مكافحة الضوضاء على مجموعة من المحاور تشمل التشريعات البيئية والتقنيات المناسبة ومراعاة الاعتبارات البيئية في التخطيط العمراني والصناعي والتوعية البيئية٠

ويتطلب الأمر استصدار تشريعات بيئية في كل الدول العربية تحدد أعلى مستوى يسمح به من الضوضاء في مختلف الأماكن٠ ويجب عدم استصدار تراخيص للمصانع والورش الحرفية وأماكن اللهو بمزاولة أعمالها إلا بعد توفر التقنيات التي تحد من انبعاث الضوضاء منها إلى المناطق المجاورة٠

وفى أماكن العمل يجب إلزام كافة المؤسسات التي تصدر عنها مستويات مرتفعة من الضوضاء بمتابعة القياسات الدورية في جميع مرافقها وتحديد الأماكن التي يتحتم فيها استخدام تقنيات تكبح جماح الضوضاء الصادرة عنها٠ ويمكن تقليل الضوضاء المنبعثة من مصدر معين بتغيير أساليب التشغيل، وتجنب الاهتزازات، وفصل مصدر الضوضاء بحواجز عازلة للصوت أو عزله في مواقع بعيدة، أو تكسية جدرانه بمواد مانعة لانتقال الصوت٠ كما يجب توفير الأجهزة الواقية للعاملين في

تلك المواقع وتنظيم فترات العمل بما يكفل عدم تعرضهم لفترات طويلة إلى مستويات ضارة من الضوضاء٠

وفى الشارع قد يكون من المفيد وضع خطة تكفل سيولة وانسياب المرور وتحول دون الاختناق الذي يعد من أهم أسباب ضوضاء الطرق٠ وبصفة عامة ينبغي أن يراعى في التخطيط العمراني للمناطق الجديدة تشييد المرافق والمؤسسات والمصانع والمطارات، التي تنبعث منها مستويات ضارة من الضوضاء، في مواقع بعيدة عن المساكن٠ ومن المفيد في هذا المجال أن تتبنى أجهزة الإعلام المقروءة والمسموعة والمرئية خطة لتعريف الناس بمختلف التأثيرات البيئة والصحية والنفسية والعصبية المرتبطة بالتعرض لمستويات ضارة من الضوضاء٠

وخارج المدن، تستند أساليب مكافحة الضوضاء إلى التحكم في الضوضاء عند مصدر الانبعاث وتحديد مساراتها ومناطق استقبالها٠ ويمكن، في هذا الصدد، التحكم في انتقال الضوضاء باستخدام الحواجز والحوائط والأشجار٠ ولا تقتصر فائدة الأشجار على الحد من الضوضاء بل تمتد إلى حجز الأتربة ونشر الخضرة وتنقية الهواء٠ وقد أظهرت البحوث فاعلية كثير من الأشجار في هذا المجال مثل أشجار (الفيكس نتدا) التي تقلل من الذبذبات المرتفعة في مدى الترددات بين ٣١٥٠ إلى ١٠٠٠٠٠ هيرتز، وأشجار (الميمبوريوم) التي تقلل الضوضاء في مجال الترددات المتوسطة، وأشجار (الدورنتا) التي تقلل الضوضاء في مجال الترددات المنخفضة٠

# الفصل الثامن

# التلوث بالنفــــط

يوجد النفط في البيئة، بصفة طبيعية، على هيئة وقود أحفوري نشأ من تحلل النباتات في طبقات الصخور الرسوبية العميقة. وقد استخدم الإنسان النفط كمصدر للطاقة منذ أمد بعيد. ففى البداية كان الإنسان يجمعه من البرك الأرضية التي كان ينز منها النفط ويسحبه من الآبار البسيطة المحفورة باليد. ولم يبدأ حفر الآبار التجارية لإنتاج النفط إلا في عام ١٨٥٩. ومع تطور العلوم توفرت تقنيات معقدة أمكن بها استخراج النفط من أعماق سحيقة تحت اليابسة والمياه. ويصاحب إنتاج النفط عدة أنشطة منها التخزين والنقل والاستخدام والتصريف. وبصرف النظر عن ممارسة تلك الأنشطة في اليابسة أو المياه، فإنها تؤدي في كثير من الأحيان إلى تسرب غير مرغوب لبعض مركبات النفط إلى البيئة خلال الأنشطة العادية أو الحوادث العارضة.

ومن المعروف أن النفط مادة معقدة التركيب تحتوي على آلاف المركبات العضوية المختلفة، المكونة أساسا من عنصري الكربون والهيدروجين. وتتدرج مركبات النفط العضوية تحت تراكيب كيميائية متباينة تختلف في صفاتها وتأثيراتها الكيميائية والفيزيائية والأحيائية. ومن الصعوبة بمكان عند تسرب النفط للبيئة، اكتمال تحلله إلى عناصره الأولية، حيث تتعرض مكوناته إلى عدة تغيرات في البيئة ينشأ عنها مزيج من المواد النافعة والضارة.

## مصادر التلوث بالنفط

تتلوث البيئة الطبيعية، ولا سيما المحيطات، بكافة الأنشطة المرتبطة بالنفط بدءا من استخراجه ومرورا بنقله وانتهاءً بتصريفه. ومن المقدر أن ما لا يقل عن واحد من الألف من إجمالي الإنتاج العالمي ( ٣,٢ بليون طن/سنة ) يصل إلى البيئة البحرية ويلوثها. ومن المتوقع أن تتلقى البيئات البحرية في غضون الخمسين عاما القادمة ما

يقارب ٢ بليون برميل من النفط، لو وزعت بالتساوي على مستوى العالم لغطت سطوح البيئات البحرية بطبقة من النفط يبلغ سمكها حوالي الميكرون٠

ويتسبب النقل البحري فيما يقارب نصف التلوث النفطي الحادث في البيئات البحرية، وأقل من ثلث أنشطة النقل البحري المسببة للتلوث تقع من جراء الحوادث، في حين يحدث الباقي خلال ممارسة الأنشطة الروتينية٠ وتعتبر زيوت التشحيم من أخطر الملوثات النفطية التي تجد طريقها إلى البيئات البحرية، بسبب ارتفاع محتواها من العناصر الثقيلة٠

وتتصدر معدات التخزين تحت الأرض من صهاريج وأنابيب مصادر التلوث في اليابسة٠ ويمكن أن يتسرب محتواها من الغازولين والديزل والزيوت وغيرها إلى التربة وموارد المياه السطحية والجوفية٠ وتشير التقديرات إلى أن ما بين ١٠–٣٠٪ من تلك الصهاريج غير سليم وتتسرب الملوثات منه إلى باطن الأرض٠ وتنتشر الملوثات النفطية على نطاق أوسع عندما تتحرك تحت سطح الأرض على صورة مركبات عضوية ذائبة في المياه الجوفية٠ وفى الغالب يحدث ذلك ببطء شديد على مدى سنوات إلى أن يصل موارد المياه السطحية٠ ويعتبر البنزين والتلوين والإثيل بنزين والزيلين ( مجموعة البيتكس ) من أهم الملوثات النفطية للمياه العذبة٠

ويحظى تلوث البيئات البحرية بالنفط باهتمام بالغ من المعنيين بقضايا البيئة، وعادة ما يظهر للعيان تجمعات شاسعة من القار تغطي سطح المياه على جانبي الخطوط الملاحية الدولية لناقلات النفط، يقدرها العلماء بنحو ٤٠٠ ألف طن، ٩٢٪ منها على هيئة تجمعات تقل كتلتها عن سبعة أطنان٠ وتقل تلك الظاهرة في مياه الخليج العربي وخليج عمان، على الرغم من أنهما من أهم خطوط الملاحة الدولية لنقل النفط على مستوى العالم، في حين تزداد في خليج المكسيك الذي يتلقى كميات كبيرة من النفط والقار آتية من البحر الكاريبي٠

ويمر النفط المسكوب في النظم البيئية الأرضية والمائية بأربع مراحل رئيسة هي: الانتشار والتبخر والاستحلاب والتحلل٠ ويعتبر الانتشار عملية فيزيائية يخفف بها النفط قبل أن يغطي مساحات كبيرة بواسطة تيارات المياه والرياح٠ ويتأثر التبخر

بدرجة الحرارة وسرعة الرياح وحالة الموج الذي يحول النفط إلى رذاذ متطاير. ويؤدي الاستحلاب إلى تفريق النفط على هيئة قطرات غاية في الدقة قد تبقى معلقة في المياه لفترات طويلة، وقد تتحول إلى مواد رغوية خفيفة. وفى نهاية المطاف يتحلل النفط بفعل عوامل التجوية وضوء الشمس والكائنات الحية إلى كرات من القار.

## التأثيرات البيئية للتلوث بالنفط

يحتوي النفط على عديد من المركبات الكيميائية، من أهمها الهيدروكربونات، التي يفتك العديد منها بالكائنات الحية النباتية والحيوانية والميكروبية في اليابسة والمياه، كما أنها تؤدي إلى تدهور البيئة وتقلل من صلاحيتها للاستخدامات المختلفة. وعندما تتسرب تلك المواد إلى الأرض والمياه تحللها بعض الميكروبات إلى عناصرها الأولية على هيئة عناصر بسيطة. وهناك العديد من الميكروبات التي تستطيع تحليل النفط تحت ظروف متباينة. وفي اليابسة تكون عشائر الطيور بصفة عامة أكثر تأثرا من غيرها من أشكال الحياة البرية بفعل الهيدروكربونات النفطية، ولا سيما من حيث تلف الريش الذي عادة ما يفقد الطائر قدرته على الطيران، وقد يموت بفعل حرارة الجو الباردة أو الحارة. وفي المناطق الاستوائية تتأثر مستنقعات غابات أشجار المنجروف والرصيف القاري بشدة بالتلوث بالنفط، وعادة ما يؤدي فناء الأشجار إلى انجراف التربة وفقد الكساء الأخضر. وفي البيئات البحرية يغلف النفط طبقات الصخور ويؤثر بالسلب على قدرة الكائنات الحية على مواصلة حياتها في المياه. وينعكس ذلك بالطبع على كافة أنشطة الصيد، وعلى صلاحية المنتجات البحرية للاستهلاك البشري. وتظهر نفس التأثيرات في مياه الأنهار والبحيرات والمحيطات. وفي مناطق مصبات الأنهار والمناطق الساحلية، بصفة عامة، تؤدي بقع النفط إلى إغلاق الموقع وتناقص نمو المحاريات التي لا تستطيع الهرب بعيدا داخل المياه كما تفعل الأسماك.

وفي الآونة الأخيرة اتجه المنقبون عن النفط إلى المناطق القطبية الشمالية والجنوبية، حيث يعتقد البعض أن المخزون النفطي هناك يقارب، وربما يفوق، إنتاج كافة آبار النفط الحالية. ومن المعروف أن التأثيرات البيئية الضارة لتلك الأنشطة

ستكون فادحة في القطبين لما تتسم به تلك البيئات من مياه ضحلة ودرجات حرارة منخفضة وكساء جليدي دائم، تحول دون تحلل بقع النفط في تلك المناطق.

## أساليب مكافحة التلوث بالنفط

تستند أساليب مكافحة التلوث بالنفط على منع انتشار النفط ومشتقاته في مساحات شاسعة من نظم البيئة الأرضية والمائية، وحصره داخل مساحة محدودة في طبقات سميكة يسهل التعامل معها. وفى سبيل تحقيق ذلك يشيع استخدام الحواجز العائمة والشفط والكشط والامتصاص والإغراق وتحويل النفط إلى مواد مستحلبة في البيئة البحرية. بينما يشيع استخدام أساليب الإزالة والتشتيت والإحراق والامتصاص في البيئة الأرضية.

وتتنوع أشكال الحواجز العائمة ويستخدم كل منها حسب مقتضيات الحاجة. وفي أغلب الأحيان يحصر النفط المسكوب داخل تلك الحواجز، وقد ينقل إلى الشاطيء حيث يسهل التعامل معه قبل أن يستفحل خطره البيئي. ويوجد في معظم الموانيء أجهزة شفط سهلة النقل لإزالة بقع النفط بعيدا، طالما كانت حركة الأمواج هادئة، وإلا أدى الشفط إلى غوص النفط في أغوار المياه السحيقة. ويمكن التخلص من بقع النفط المنتشرة فوق سطح المياه بامتصاصها بواسطة نشارة الخشب أو القش. وقد ترش بقع النفط بمواد تسبب تكتلها وتحولها إلى مواد صلبة يسهل كشطها. وفى بعض الأحيان يرش سطح بقعة النفط بمواد صلبة تقوم بادمصاص النفط على سطحها وتهبط به إلى رواسب القاع. وقد تلجأ الأجهزة المعنية بالبيئة إلى استحلاب أو تشتيت بقعة النفط مما يساعد الميكروبات على تحليلها. ومن الطرق المستخدمة، على نطاق محدود، حرق بقعة النفط، على الرغم مما يحيط بذلك الأمر من مخاطر. وقد يضاف إلى بقعة النفط بعض المواد الكيميائية التي تساعد على الاشتعال، وقد تمزج بقعة النفط ببعض المواد التي تنشط عملية الحرق مثل قش الأرز ونشارة الخشب.

ويزال النفط من النظم البيئية الساحلية بطرق آلية أو ميكانيكية يتم بواسطتها تمشيط المنطقة الملوثة ونقلها بعيداً عن الشاطي. وتستخدم المواد المشتتة بنجاح،

ويتبعها غسيل المنطقة بعناية فائقة لضمان إزالة الملوثات٠ وقد يحرق النفط المتجمع فوق رمال الشاطيء مع مراعاة العواقب البيئية للحريق على البيئات المجاورة٠ ويمكن امتصاص بقع النفط ببعض المواد الطبيعية مثل النفايات العضوية والألياف البلاستيكية، ويلي ذلك دفنه في التربة على أعماق سحيقة حيث تتناوله الميكروبات بالتحليل إلى عناصره الأولى٠

ومن المستحدثات العلمية في مجال مكافحة بقع النفط تكنولوجيا تعديل البيئة المحيطة بالبقعة أحيائيا بما يهيء تعظيم نشاط الميكروبات في تحليل النفط٠ وقد طبقت تلك التقنية بنجاح في التخلص من بقع النفط التي نتجت عن حرب الخليج عام ١٩٩٢ ، حيث أضيفت مجموعة من العناصر الغذائية اللازمة لنمو الميكروبات، مثل أملاح الفوسفات والنتروجين، إلى بقع النفط المتناثرة هنا وهناك٠

الفصل التاسع

# تلــوث المبـــانـي

على الرغم من أن مقدار التلوث الناشيء في المنازل وأماكن العمل قد يكون ضئيلا عند مقارنته بالبيئات الأخرى، فإن تأثيره ملموس على صحة الناس٠ وفي حين يتحتم على المؤسسات الصناعية والتجارية تطبيق التشريعات البيئية فيما يخص استخدام وطرح بعض المواد الكيميائية، مثل مبيدات الآفات والأصباغ والمنظفات، نجد الناس في المنازل لا يلتزمون بمراعاة التشريعات ويتعاملون مع نفس تلك الكيماويات الضارة بأسلوب يعود عليهم وعلى البيئة المحيطة بالضرر٠ وهناك إحساس عام بأن الكيماويات المنزلية آمنة وغير ضارة وبالتالي يتكرر استخدامها وتداولها وطرحها بطرق غير سليمة٠

ومن الأهمية بمكان لصحة الناس نوعية الهواء في المنازل وأماكن العمل، لأن الكثير من المواد التي يشيع استخدامها تبث غازات وأبخرة وجسيمات دقيقة على درجة كبيرة من الخطورة٠ ويتلوث الهواء داخل المباني من جراء أنشطة الناس، وقد تنساب الملوثات من الأثاث أو مواد البناء٠ وفي العادة يتأثر الناس بتلوث الهواء الجوي داخل المباني أكثر منه خارجها، حيث يتنفس الإنسان لا إراديا نحو ٢٥ كيلوغراما من الهواء يوميا، ويمضي أغلب حياته داخل مباني مغلقة، ولا سيما المسنون والمرضى٠ وتتضمن الملوثات النمطية للهواء داخل المباني الرادون والأسبستوس ودخان السجائر والفورمالدهيد والمنظفات المنزلية٠

والرادون غاز طبيعي نشط إشعاعيا ينشأ من التحلل الإشعاعي للراديوم ٢٢٦ الذي ينشأ بدوره من تحلل اليورانيوم ٢٣٨ ٠ ويرى العلماء أنه ينبغي ألا يزيد تركيز الرادون في الهواء داخل المباني على حوالي ١٠٠ بكرل/متر مكعب٠ وتتفاوت محتويات مواد البناء من نظائر سلسلتي اليورانيوم– راديوم والثوريوم المشعة، ومن نظير البوتاسيوم ٤٠، حيث توجد هذه النظائر في جميع أنواع الصخور والتربة، وبالتالي في مواد البناء، بتركيزات شديدة التفاوت٠ ونظرا لأن الرادون غاز فهو

سريع الحركة، ويتسرب بسهولة من التربة إلى داخل المباني من خلال الشقوق والفتحات في أساسات المبنى، وقد ينبثق من الطوب ومواد البناء الأخرى المستخدمة في البناء٠ وقد يوجد الرادون في المياه الجوفية، ومنها يتسرب إلى الهواء أثناء الاستحمام باستخدام الدش، كما يمكن أن يوجد في الغاز الطبيعي المستخدم في المنازل كمصدر للطاقة، ويتسرب إلى جو المنازل خلال فترات إشعال الغاز في المطابخ أو السخانات٠ وعموما، يتراوح تركيز الرادون في الهواء الطلق بين عدد محدود من البكرل وعدد صغير من عشرات البكرل في كل متر مكعب٠

ويعتبر استنشاق الرادون بمثابة المسبب الثاني لمرض سرطان الرئة بعد التدخين٠ وتنشأ التأثيرات الضارة للرادون من جسيمات ألفا وبيتا وإشعاعات غاما التي تصدر خلال سلسلة الاضمحلال الإشعاعي للرادون قبل أن يصل للرصاص المستقر، حيث تؤين هذه الجسيمات والإشعاعات خلايا الجسم البشري مسببة تلف الأنسجة، وخاصة أنسجة الرئتين، كما أن للرادون أضرارا بالغة على المادة الوراثية في الخلية٠ ويمكن أن يصل مستوى تركيز الرادون في الهواء داخل المنزل في بعض الأماكن لعدة آلاف بكرل في المتر المكعب، وعندئذ يمثل هذا التركيز مخاطر سرطانية جسيمة على الإنسان٠

ويمكن التحكم في مستوى الرادون داخل المباني بعدة طرق، تتوقف على مستوى تركيزه٠ وتتضمن تلك الإجراءات التحكم في خفض معدل انبثاق الرادون من الأرض إلى المبنى بسد وتشميع النقاط التي يمكنه اختراقها، وتقليل مقداره داخل المبنى بزيادة مستوى التهوية٠

ويخلط الأسبستوس، وهو معدن موجود في بعض تكوينات الصخور، بعد تعدينه وتصنيعه إلى ألياف دقيقة، مع الأسمنت والأسفلت في مواد البناء والتشييد٠ وقد استخدم الأسبستوس على نطاق واسع منذ الأربعينات في البناء كمادة عازلة مقاومة للحريق، وكمادة لتغطية جوانب المباني وأنابيب المياه الأسمنتية وفى الملابس الواقية من الحريق٠ ومازال الأسبستوس يستخدم في العديد من الصناعات، بيد أن استخداماته المنزلية أصبحت محدودة للغاية٠

ويعتبر الأسبستوس أحد المواد التي تأكدت قدرتها على إحداث مرض السرطان عند استنشاقه بكميات كافية٠ وتزيد فرص حدوث هذا المرض عند المدخنين الذين يتعرضون إلى استنشاق الأسبستوس خمسون ضعفا عن غير المدخنين٠ غير أن أغلب حالات الإصابة سجلت من جراء التعرض للأسبستوس في مواقع العمل٠ وتحمل كل منتجات الأسبستوس خطرا داهما بين طياتها، عندما تكون مثارة٠ فعلى سبيل المثال لا يمثل الأسبستوس المدمج مع الأسمنت والمواد المبطنة تهديدا طالما لم يثار٠ وقد بذلت مجهودات كبيرة للتحكم في الأسبستوس منذ أواخر الثمانينات، وأزيل المثار منه من المباني بطرق آمنة٠ ويمكن الحد من أخطار الأسبستوس بالتغليف بحاجز يحول دون انتشاره في الهواء٠

ويتصدر دخان السجاير غيره من الملوثات داخل المباني والأماكن المغلقة، ويشمل تيار الدخان القادم من طرف السيجارة إلى جانب الدخان الذي ينفثه المدخن٠ ويعرف تعرض غير المدخنين إلى دخان السجائر بالتدخين السلبي أو التطوعي أو غير المباشر٠ ويتركب دخان السجاير من جزيئات سابحة في الهواء تحتوي على أكثر من ٤٧٠٠ مركب كيميائي، منها مواد مسببة للالتهابات مثل الفورمالديد وثانى أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين، ومواد سامة ومواد مغيرة للصبغات الوراثية ( الجينات ) ومواد مسببة لمرض السرطان٠ وتأثيرات دخان السجاير على المدخنين باتت معروفة للعامة، حتى لمن يسرف في التدخين، فهي سبب رئيس للوفاة بأمراض الرئة المختلفة، كما قد يسبب التدخين بعض أمراض القلب والشرايين٠

وتنساب داخل المباني الأبخرة الناشئة عن حرق الوقود في السخانات والمواقد والأفران وغيرها، ولا سيما عند تشغيلها بطريقة غير مناسبة، كما في حالة وجود شروخ في معدات الحرق وعدم توفر التهوية الكافية وانسداد المداخن وعدم ضبط عمليات حرق الوقود٠ وتشمل ملوثات الحرق بصفة رئيسة أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النتروجين والهيدروكربونات٠ ويؤدي استنشاق تلك الغازات إلى التهاب العيون والحنجرة والكحة والغثيان والدوار والإجهاد والصداع٠ ويمكن التقليل من تلك التأثيرات بمتابعة الصيانة الدورية لمعدات الحرق والتسخين بالمنزل وزيادة التهوية وضبط نوعية الوقود٠

ومن الملوثات المنزلية الشهيرة غاز الفورمالدهيد، الذي يدخل في تركيب الغراء ومواد العزل والحفظ، وكي وتنظيف الملابس، وصناعة الأثاث والجوخ والسجاد. وعلى الرغم من تأكيد إصابة فيران التجارب بمرض السرطان عند تعرضهم إلى غاز الفورمالدهيد، فإن قدرته على توليد السرطان في الإنسان مازالت موضع جدل بين العلماء. غير أن استنشاق الفورمالدهيد يسبب لمعظم الناس حساسية وضيق في التنفس والتهاب في العين والأنف والحنجرة واحمرار الجلد.

وحتى أواخر القرن العشرين، كان الناس يستخدمون مع مواد التنظيف فرشاة قوية حتى يمكن الحصول على نتيجة جيدة من المنظف، بيد أن المنظفات الحديثة أصبحت فائقة الفاعلية بأقل مجهود لما تحويه من مكونات تعتبر خطرة على المستخدم والبيئة داخل المباني.

وهناك مجموعة أخرى من الملوثات في المنازل، لا تقل خطورة عما سبق، من أهمها المنظفات الصناعية ومزيلات البقع وصابون تنظيف السجاد، ومواد سد الشقوق ومواد الطلاء وملمع الأحذية، ومزيل اللمعان ومزيل المواد اللاصقة، ومبيدات الحشرات المنزلية، وبعض الأدوات المحتوية على عناصر كالرصاص وغيره. ويؤدي تعرض الإنسان إلى تركيز عال من مبيدات الحشرات إلى تأثيرات صحية حادة مثل التقيؤ والدوار وتلف الأعصاب والإجهاض والعقم وتلف الصبغات الوراثية.

ومن أخطر الملوثات المنزلية عنصر الرصاص، الذي ينساب مع المياه من مواسير الرصاص، والذي يدخل في تركيب المواد المستخدمة في تلميع السيراميك والبويات. والتأثيرات الضارة للتعرض لعنصر الرصاص معروفة منذ عهد أبوقراط عام ٣٧٠ قبل الميلاد. ويمكن أن يدخل الرصاص إلى الجسم من خلال استنشاق الغبار الملوث بالرصاص الناتج عن تهدم أو صنفرة أو حرق البويات المحتوية على الرصاص، وعن بلع التربة الملوثة بالرصاص. ويضر التعرض لمستويات كثيفة من الرصاص بالمخ والجهاز العصبي، ويؤدي إلى ضعف القدرة على التركيز وعدم ضبط السلوك وتلف السمع. وقد تتفاقم الأضرار إلى تدني قدرة الجسم على تكوين كرات الدم الحمراء، وزيادة مخاطر الولادة وأمراض الأجنة. ولا توجد مستويات آمنة للتعرض

للرصاص، ولا سيما بالنسبة للأجنة والناشئة والأطفال. وعلى الرغم من أن البالغين يفرزون عنصر الرصاص خارج أجسامهم، فمازالت الشكوك تحيط بمن يتعرضون إلى مستويات عالية من الرصاص مثل من يعملون في صناعة البطاريات.

ويمكن لسكان المنازل أن يقللوا من تأثير التلوث داخل المباني باستخدام مواد أقل خطورة، وتقليل الكميات المستخدمة من المواد التي تحمل الملوثات بين طياتها، واتباع إرشادات الاستخدام، وعدم تعريض الأطفال لهذه المواد. وتتضمن برامج التوعية في هذا المجال تنبيه الناس إلى أهمية مراعاة الملاحظات المكتوبة على العبوات، مثل سام، أو تجنب ملامسته للعين، أو عدم البلع أو الاستنشاق، أو الاستخدام في مكان جيد التهوية، أو إبعاده عن الأطفال. كما تتضمن توعية الناس بعدم الإسراف في استخدام الكيماويات المنزلية الضارة واستبدالها بمواد أكثر أمناً، وتدريبهم على الأسلوب السليم لطرح نفايات المواد الخطرة وعدم إلقائها في سلة القمامة المنزلية أو على قارعة الطريق.

# الفصل العاشر

# أساليب التحكم في التلوث

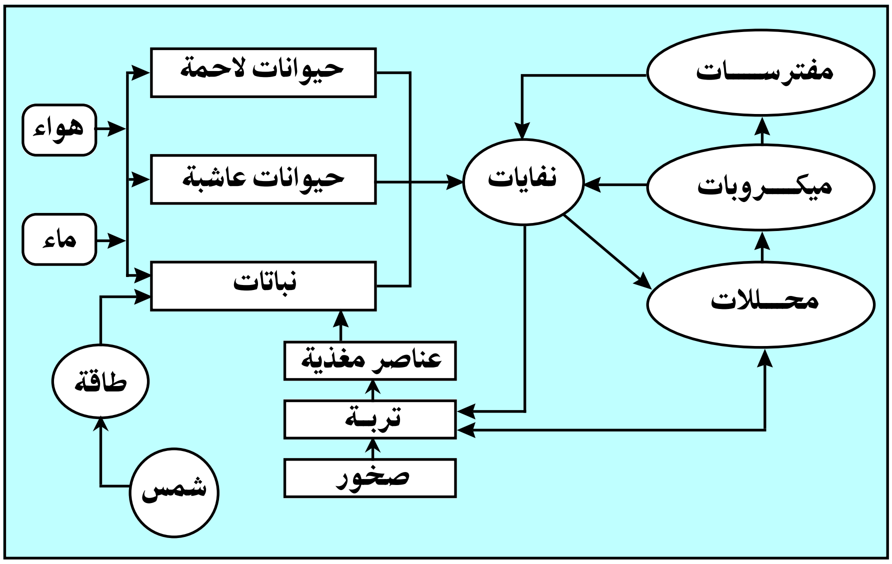
نشأت مشكلات التلوث البيئي من جراء الطلب المتزايد على الموارد الطبيعية التي تتسم بالندرة وتعجز عن الوفاء بتلبية متطلبات الحاضر دون المساس بالمستقبل. ومشكلات التلوث البيئي متشابكة ولها انعكاسات سلبية على برامج التنمية الاجتماعية والاقتصادية. وهناك إجماع على أن التلوث هو آفة القرن العشرين. فقد أصبحت تأثيراته ظاهرة للعيان في كل مكان. وبات من المحتم على الإنسان أن يسعى دؤوبا لمجابهة هذا الخطر الداهم. ويمكن التصدي لمشكلات التلوث البيئي في عالمنا المعاصر من خلال ثلاثة محاور رئيسة، تتكامل لمحاصرة التلوث في كل مكان وهي التقنية النظيفة والتوعية البيئية والتشريعات البيئية.

## التقنية النظيفة

تعتبر التقنية النظيفة واحدة من أكبر التحديات والقضايا البيئية التي تشغل الناس في عالمنا المعاصر. ويقصد بالتقنية النظيفة مراجعة مراحل الإنتاج بدءا من المواد الخام وحتى تمام استهلاك المنتج النهائي، لتحديد إطار متكامل للأداء يقلل من تبديد المواد الخام والطاقة من خلال رفع الكفاءة الفنية للتشغيل، والحد من استخدام المدخلات الضارة، وإعادة استخدام النفايات وتدويرها. ويتطلب تطبيق التقنية النظيفة في قطاعي الإنتاج والخدمات وضع استراتيجية متكاملة لكافة العمليات. وقد تم تطبيق التقنية النظيفة بنجاح في عدة مجالات منها الزراعة والصناعات الغذائية والتعدينية. بيد أنه لا يجب النظر إلى التقنية النظيفة في نطاق محدود، بل يجب التعامل معها من خلال تضافر الجهود المحلية والإقليمية والدولية، مع توفير نقلها وتطويعها وفق متطلبات البيئات المحلية في كل بلد. وقد يبدو للبعض أن التقنية النظيفة سهلة المنال، فهي ليست كذلك، وعلى من يسعى إليها مواجهة التحديات والمعوقات التي يجب مجابهتها بصبر وأناة في مواقع التطبيق. ولا ريب أن نجاح تطبيقات التقنية النظيفة يرتبط حتما بتخفيف مشكلات التلوث البيئي.

## التوعية البيئية

بات من المؤكد أن كل جـهـد يبـذل وكل مـال ينفق في مـواجـهـة مـشـكلات التلوث البيئي يضيع هبـاءً منثورا ما لم يهتم المواطنون بالحفاظ على البيئة وصونها٠ كما أنه من المؤكد أن التطبيقات التقنية في حد ذاتها لا تؤثر في البيئة إلا من خلال الإنسان الذي يوجه التقنية إلى خير أو إلى ضرر البيئة٠ ويتعاظم الدور البشري بزيادة كثافة السكان، ولا سيما حول الموارد الطبيعية المحدودة٠ ولا سبيل إلى إنجاح برامج مكافحة التلوث البيئي وصون الطبيعة في غياب توعية ومشاركة المواطنين٠ بيد أن المواطن لن يكون إيجابيا في أداء ما هو منوط به ما لم يكن واعيا بطبيعة العلاقة بين الإنسان والبيئة، وبين مكونات النظم البيئية وارتباط بعضها بالآخر ( شكل ١٠ )، وما لم يكن عارفا بالأساليب الفعالة التي تعظم دوره في صون البيئة٠ وبالطبع ليس مطلوبا أن تكون معرفة المواطن على مستوى معرفة العلماء والخبراء، بل يكفيه إلمامه بأبعاد القضية٠ وتهدف برامج التوعية البيئية إلى جعل المواطن أكثر تفهما ودراية بالعواقب التي تنجم عن تدخله غير الرشيد فى البيئة لتحقيق غاياته٠




شكل (١٠) النظام البيئي

وحتى يتسنى تحقيق هذا الهدف، ينبغي أن يناط بأجهزة الإعلام تشكيل وعي بيئي بصورة إيجابية تدفع المواطن إلى تغيير سلوكه الضار بالبيئة، وتحثه على المشاركة في حل مشكلاتها. ويتم ذلك في ثلاث مراحل هي: التوعية بالمشكلات البيئية والتأثير في مشاعر واتجاه الجمهور المستهدف والتأثير في السلوك العام. ولا ريب أن المرحلة الثالثة هي أصعب مراحل منظومة الإعلام البيئي، فقد يسهل على أجهزة الاتصال تزويد الناس بالمعلومات، بيد أن تغيير المواقف والسلوكيات مسألة قد يصعب منالها، طالما أن المعرفة لا تؤدي بالضرورة إلى تغيير السلوك، وهو ما يعرف بالإعلام الجيد الذي لا يحقق النتائج المرجوة.

وتوجه أجهزة الإعلام برامج التوعية البيئية إلى ثلاثة مستويات تشمل أولا كبار المسؤولين المنوط بهم إصدار التشريعات واتخاذ القرارات ومباشرة تنفيذها، وتشمل ثانيا العشيرة الاستراتيجية التي تضم العلماء ورجال الدين وقيادات الهيئات والمنشآت التعليمية والإنتاجية ورؤساء الجمعيات المهنية، وتشمل ثالثا عامة المواطنين الذين يتدنى الوعي البيئي لديهم إلى مستوى تنعكس تأثيراته على تلوث وتدهور البيئة. وتتعامل أجهزة الإعلام في كل مجتمع مع أربع مجموعات من البشر، مجموعة غير الملمين بقضايا البيئة، ومجموعة غير المبالين، ومجموعة السلبيين، ومجوعة الملتزمين. ولكل من تلك المجموعات ما يناسبها من برامج التوعية، التي تحقق الهدف المنشود.

وهناك العديد من الأدوات والوسائل التي يمكن تسخيرها في برامج التوعية البيئية تناسب كافة المستويات، منها الحديث المباشر، وعقد الندوات والمناظرات والدورات التدريبية والمعسكرات، إلى جانب الاتصال بالفئات المعنية من خلال الكلمة المقروءة والمسموعة والمرئية.

وبصفة عامة، تتناول أجهزة الإعلام قضايا البيئة من خلال نمطين مختلفين، يهتم النمط الأول بالأزمات والكوارث البيئية في عجالة سريعة، تكتفي بالتغطية الإعلامية وتتحاشى الخوض في التفاصيل. ومعظم وسائل الإعلام لديها المهارة في إثارة النتائج الخطيرة المرتبطة بحادثة ما، وليس لديها الرغبة في وضع تلك المخاطر في منظور واقعي. ويتسم هذا النمط الإعلامي بالسطحية وتهويل الحدث وتجاهل الدور

الرئيس لأجهزة الإعلام في مواجهة قضايا تلوث البيئة. ويعتمد النمط الثاني على تكامل المعالجة الإعلامية للقضايا المطروحة، ويسترسل في توعية وتعريف الناس بتفاصيل المشكلة وبأساليب مواجهتها.

## التشريعات البيئية

لا يفوتنا في هذا المقام أن نشيد بما استقر في ضمير بعض المجتمعات المتقدمة عند تناولها للقضايا البيئية، من أن التشريعات تحيل نتائج البحوث إلى أسلوب ومنهاج حياة يلتزم به الكافة طواعية أو كراهية، بما يحقق السلوك السوي للناس داخل البيئة. ويؤدي التكامل بين تطبيق التشريعات البيئية بصرامة وتكثيف برامج التوعية البيئية إلى بناء مجتمع يعيش في تناغم مع بيئته.

وهناك بعض التشريعات التي تتعلق بقضايا تلوث البيئة في الوطن العربي، حيث صدر في العديد من الدول قوانين لحماية البيئة تتضمن العديد من الأحكام التي تصون البيئة وتضمن حمايتها من التلوث والتدهور.

# خاتمـــة

إن أفضـل ختام لمسألة حماية البيئة مـن التلوث هو التأمل في بعض آيات الـقرآن الكريم وأحـاديث الرسـول عليـه الصـلاة والسـلام الـتي تمس بعض الأمـور المعنيـة بالبيئـة· ومن الجلي أن من يتدبر آيات القرآن الكريم يستشـعر فيها أن الله – سـبحانه وتعالـى – سخر للإنـسان كل ما فـي الكون· سخـر له السمـاوات والأرض وما بينهما وما تحت الثرى بكل ما تحويه من نعم ظاهرة وباطنة، سخرها له بيئة صالحة تلبي كل متطلبات حياته، ثـم جعله خليفة فيها وأمره بإعمـارها. بيد أن الإنسـان طغى في تعامله مع البيئة واسـتنزف ثرواتها، ولـم يراع حقوق الأجيـال المتعاقبة في إرث البيئـة النظيفة كما خلقها الله سبحانه وتعالى.

وعندما استخلف الله – سبحانه وتـعالى – الإنسـان على الأرض، استخلفه لحسن إدارتها والانتفاع بما خلقه الله له فيها من رزق طيب، ولـم يستخلفه لملكيتها·

وقد نهـانا الله، سبحانه وتعـالى، عن الفساد في الأرض، ولا ريب أن تلويث البـيئة كما ورد في هذا الكتاب يعـتبر أحد صـور الفسـاد في الأرض· ولـنتأمل معا بعض آيات الذكر الحكيم التي تشير إلى المفسدين في الأرض، لعلنا نعيد تطويع سلوكنا في الحياة بما يحقق الحفاظ على البيئة ويدرأ عنها أخطار التلوث والتدهور.

﴿ يَا قَوْمِ اعْبُدُوا اللَّهَ وَارْجُوا الْيَوْمَ الآخِرَ وَلا تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ [العنكبوت: ٣٦]

﴿ كُلُوا وَاشْرَبُوا مِن رِّزْقِ اللَّهِ وَلا تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ [البقرة: ٦٠]

﴿ وَلا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴾ [القصص: ٧٧]

﴿ وَإِذَا تَوَلَّىٰ سَعَىٰ فِي الأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ وَاللَّهُ لا يُحِبُّ الْفَسَادَ ﴾ [البقرة: ٢٠٥]

﴿ وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا ﴾ [البقرة: ٣٠]

﴿ وَلا تُطِيعُوا أَمْرَ الْمُسْرِفِينَ (١٥١) الَّذِينَ يُفْسِدُونَ فِي الأَرْضِ وَلا يُصْلِحُونَ ﴾ [الشعراء: ١٥١، ١٥٢]

﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ ﴾ [الروم: ٤١]

﴿ وَيَسْعَوْنَ فِي الأَرْضِ فَسَادًا وَاللَّهُ لا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴾ [المائدة: ٦٤]

كما حثت السنة النبوية الشريفة الناس على الحفاظ على البيئة، فقد نهى رسول الله، صلى الله عليه وسلم، عن تلويث المياه بالبول والبراز، وما ينطبق على البول ينطبق على كافة الملوثات البيئية الأخرى التي تفسد الزرع وتهلك الضرع وتسقم الناس وتمرض الحيوانات والنباتات .

ويثير التأمل في آيات القرآن الكريم وأحاديث الرسول عليه الصلاة والسلام خواطر ثرية ترتبط بسلوك الناس في الحياة، وكيف أن المعيشة لن تستقيم للإنسان فوق الأرض في غياب السلوكيات السوية٠ ولا ريب أن الفساد في الأرض وإهلاك الحرث والنسل والسعي لاستنزاف الثروات الطبيعية التي سخرها الله سبحانه وتعالى لنا وهدم التوازن البيئي الذي خلقه الله سبحانه وتعالى في الكون وذكره في محكم آياته ( إنا كل شيء خلقناه بقدر – القمر ٤٩ ) سوف يؤدي بالإنسان إلى التهلكة ويحيل بيئته إلى خراب لا يصلح للحياة ولا يلبي المتطلبات الرئيسية للمعيشة، فعلينا أن نعتبر قبل فوات الأوان حتى لا نندم حين لا ينفع الندم٠

## المراجـع العربية


١- أحمد مدحت سلام (١٩٩٠) التلوث مشكلة العصر

عالم المعرفة - المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب بالكويت

٢- ألن درننج (١٩٨٩)

الفقر والبيئة -الحد من دوامة الفقر

ترجمة محمد صـــابر الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العلمية بالقاهرة

٣- ترافس واغنر (١٩٩٤)

البيئة من حولنا٠ مرشد لتفهم التلوث وتأثيراته ترجمة محمد صـــابر

الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العلمية بالقاهرة

٤- جون جرين (١٩٩١)

ثقب الأوزون - اعتداء الإنسان على طبقة الأوزون

ترجمة محمد محمود عمار أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالقاهرة

٥- علي علي حبيش (١٩٩٢)

استيعاب التكنولوجيا وتحديات العصر

أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالقاهرة

٦- فيديريكو مايور ثاراجونا (١٩٨٧)

نظرة في مستقبل البشرية - قضايا لا تحتمل الانتظار

الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العلمية بالقاهرة

٧- محمد صـــابر (١٩٧٤)

عالم الميكروبات والهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة

٨- محمد صـــابر (١٩٧٦)

الإنسان والميكروب والزراعة الهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة

٩- محمد صـــابر (١٩٩٤)

الدراسة المرجعية للتداول والإدارة السليمة للنفايات

# المراجع الإنجليزية

1-Atlas, R.M. (1988)
Microbiology, Fundamentals and Applications
Macmillian Publishing Company, New York, USA

2-Cottenie, A.et al. (1982)
Biological and Analytical Aspects of Soil pollution
State University of Gent, Belgium

3-Earthwatch and UNEP (1992)
Chemical Pollution, A Global Overview
UNEP

4-Holdgate, M.W.(1979)
A Perspective of Environment Pollution
Cambridge University Press, London

5-UNEP (1991)
Radiation - Doses, Effects, Risks
Blackwell Publishers, Oxford OX4 1 JF, UK

6-Saber, M.(1994)
BIO-ORGANIC Farming systems for sustainable Agriculture
Inter-Islamic Network on Genetics and Biotechnology, Cairo

7-Sucess, M.J. (1985)
Solid Waste Management - Selected Topics
WHO Regional Office for Europe, Copenhagen

# المحتويات